



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y MANEJO DE
CONTROL DE INVENTARIO DE ACCESORIOS DE EQUIPOS DE BOMBEO
RESIDENCIALES EN HIDROCASA**

Pablo Roberto López Sajquim

Asesorado por el Ing. Oscar Orlando Sapón Rodríguez

Guatemala, noviembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y MANEJO DE
CONTROL DE INVENTARIO DE ACCESORIOS DE EQUIPOS DE BOMBEO
RESIDENCIALES EN HIDROCASA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

PABLO ROBERTO LÓPEZ SAJQUIM

ASESORADO POR EL ING. OSCAR ORLANDO SAPÓN RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Karla María Lucas Guzmán
EXAMINADORA	Inga. María Martha Worlford de Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y MANEJO DE CONTROL DE INVENTARIO DE ACCESORIOS DE EQUIPOS DE BOMBEO RESIDENCIALES EN HIDROCASA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 18 de enero de 2012.


Pablo Roberto López Sajquim

Guatemala, Septiembre 30 de 2013

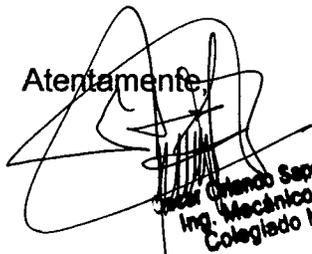
Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, USAC

Señor Director,

La presente es para hacer de su conocimiento que he tenido la oportunidad de asesorar el trabajo de graduación titulado "INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y MANEJO DE CONTROL DE INVENTARIO DE ACCESORIOS DE EQUIPOS DE BOMBEO RESIDENCIALES EN HIDROCASA" del estudiante Pablo Roberto Lopez Sajquim; previo a optar por el título de Ingeniero Industrial.

Al respecto quiero indicarle que luego de efectuadas las revisiones y correcciones del caso, encuentro satisfactorio el trabajo por lo tanto procedo a aprobarlo y remitirlo hacia su persona para realizar el trámite correspondiente.

Atentamente,



Oscar Orlando Sapon Rodriguez
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 6775

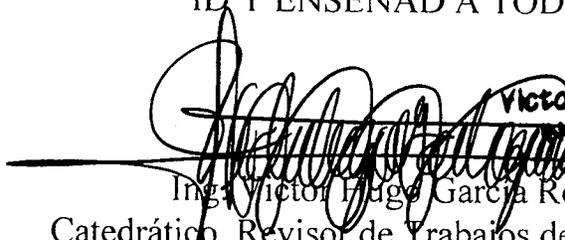
Ing. Oscar Orlando Sapon Rodriguez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado Activo No. 6775



REF.REV.EMI.190.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y MANEJO DE CONTROL DE INVENTARIO DE ACCESORIOS DE EQUIPOS DE BOMBEO RESIDENCIALES EN HIDROCASA**, presentado por el estudiante universitario **Pablo Roberto López Sajquim**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Victor Hugo García Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5133
Ing. Victor Hugo García Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.308.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y MANEJO DE CONTROL DE INVENTARIO DE ACCESORIOS DE EQUIPOS DE BOMBEO RESIDENCIALES EN HIDROCASA**, presentado por el estudiante universitario **Pablo Roberto López Sajquim**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2013.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y MANEJO DE CONTROL DE INVENTARIO DE ACCESORIOS DE EQUIPOS DE BOMBEO RESIDENCIALES EN HIDROCASA**, presentado por el estudiante universitario: **Pablo Roberto Lopez Sajquim**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi sabiduría, fortaleza y apoyo durante todo el camino a seguir para adquirir este desafío personal.
- Mis padres** Mario Roberto López Ponce y Sandra Maricela Sajquim Barrios, como reconocimiento profundo de mi corazón, por todo el sacrificio y apoyo incondicional para lograr este sueño de ambos.
- Mis abuelos** Esteban López (q.e.p.d.), María de Jesús Ponce, Margarito Soberanis y Josefina Barrios (q.e.p.d.), por ser ejemplo claro de personas luchadoras en conseguir sus objetivos.
- Mis hermanos** Mario Roberto y Débora Paola, por ser mis mejores amigos brindándome sus valiosos consejos y apoyo total a lo largo de mi carrera.
- Familia López** Con cariño a Elizabeth, Rosa, Lucrecia, Aura (q.e.p.d.), Rolando y primos, por el apoyo recibido.
- Familia Sajquim** En especial a Miriam, Rubén, Manolo, Fredy y Jorge, por brindarme su apoyo.

Mis amigos

Laura Villagrán, Cynthia Santizo, Gabriela Soberanis, Marlyn Salguero, Maynor Melgar, Claudia de León, Víctor Gómez, Sergio Alonzo, Alessandra Filipi y Elisa Alfaro, por su amistad sincera apoyándome a lo largo de mi carrera.

**Mis compañeros
de clase**

Estefany García, José Carlos Estrada, Márlin Calderón, Omar Ponce, Gustavo Perdomo, Karen Orozco, Ricardo Fernández y Juan Pablo Monroy, quienes me brindaron su apoyo para lograr mi objetivo.

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Óscar Sapón

Por brindarme su apreciable asesoría en la realización de mi trabajo de tesis.

Hidrocasa

Por darme la oportunidad de aplicar mis conocimientos adquiridos para la mejora de sus operaciones.

**Facultad de Ingeniería de
la Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa de estudios que me brindó una enseñanza de calidad diferenciada, para mi superación profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Hidrocasa.....	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Ubicación	2
1.1.3. Misión	3
1.1.4. Visión.....	3
1.2. Recurso humano.....	3
1.2.1. Personal administrativo.....	4
1.2.2. Personal técnico	6
1.3. Productos.....	7
1.3.1. Equipos de bombeo residencial	8
1.3.2. Equipo para piscinas.....	9
1.3.3. Equipo para jacuzzi.....	11
1.3.4. Equipo para fuentes	12
1.3.5. Equipo sumergible	13
1.4. Servicios	15
1.4.1. Instalación de equipos de bombeo residencial	15
1.4.2. Instalación de equipos para piscina	16
1.4.3. Instalación de equipos para jacuzzi.....	17

1.4.4.	Instalación de equipos para fuentes	17
1.4.5.	Instalación de equipos sumergibles.....	18
1.4.6.	Elaboración de tanques cisternas.....	19
1.4.7.	Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos ..	20
1.4.8.	Remodelación de casas	21
2.	ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL EN EL PROCESO DE INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO.....	23
2.1.	Manuales de instalación de equipo de bombeo	23
2.2.	Tiempos actuales de entrega de instalación.....	24
2.3.	Inventario de accesorios.....	30
2.3.1.	Registro de accesorios en bodega	31
2.3.2.	Registro de accesorios utilizados en instalaciones ..	33
2.3.3.	Distribución de accesorios en bodega	34
2.3.4.	Registro de facturas de compra de accesorios PVC.....	35
2.4.	Maquinaria	35
2.4.1.	Transporte.....	35
2.4.1.1.	Servicio preventivo.....	35
2.4.1.2.	Servicio correctivo.....	36
2.4.2.	Compresores.....	38
2.4.2.1.	Servicio preventivo.....	38
2.4.2.2.	Servicio correctivo.....	38
2.5.	Herramientas de trabajo	39
2.5.1.	Revisión	41
2.5.2.	Medición y calibración	41
2.6.	Análisis de resultados de los servicios	41
2.6.1.	Costos y tiempo de instalación de equipo de bombeo	42

2.6.2.	Costos y tiempo de mantenimiento preventivo	49
2.6.3.	Costos y tiempo de mantenimiento correctivo	55
2.6.4.	Costos de transporte y maquinaria.....	60
3.	PROPUESTA DE DIAGRAMAS DE PROCESOS DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE BOMBEO RESIDENCIAL	63
3.1.	Diagrama de flujo de proceso de diseño de instalación de equipos de bombeo.....	63
3.1.1.	Estudio de caudal de agua potable en residencias .	63
3.1.2.	Implementación de nuevo proceso de instalación de equipo de bombeo en residencias y/o empresas industriales	65
3.1.3.	Establecimiento de la demanda de accesorios a utilizar en la instalación de equipos de bombeo	67
3.1.4.	Establecimiento de tiempos promedios de entrega de equipos de bombeo.....	69
3.2.	Diagrama de flujo de proceso de mantenimiento preventivo y/o correctivo para cada tipo de equipo de bombeo residencial.....	70
3.2.1.	Implementación de diagrama de proceso de mantenimiento preventivo y/o correctivo	70
3.2.2.	Establecimiento de la demanda de accesorios y repuestos a utilizar en mantenimiento preventivo y/o correctivo de equipos de bombeo.....	73
3.2.3.	Establecer tiempos promedios de entrega de equipo	74
3.3.	Costos y tiempos de instalación y mantenimientos de equipos con base en diseños propuestos	75

3.3.1.	Costo y tiempo de entrega de instalación de equipos de bombeo	76
3.3.2.	Costo y tiempos de entrega de mantenimiento preventivo de equipo de bombeo	78
3.3.3.	Costo y tiempos de entrega de mantenimiento correctivo de equipo de bombeo	79
3.4.	Análisis de resultados.....	81
3.4.1.	Comparación de situación actual con métodos propuestos	81
3.4.1.1.	Recursos utilizados en instalación y mantenimientos.....	81
3.4.1.2.	Costos de instalación y mantenimientos.....	85
3.4.1.3.	Tiempos de entrega de instalación y mantenimientos.....	87
4.	MANEJO DE INVENTARIO DE ACCESORIOS.....	91
4.1.	Recopilación de datos de accesorios existentes.....	91
4.1.1.	Creación de una base de datos en programa Excel	91
4.1.2.	Creación de un modelo de registros de accesorios que salen y entran.....	93
4.1.3.	Creación de órdenes de compra	95
4.1.4.	Análisis de la demanda	96
4.1.4.1.	Técnicas estadísticas	97
4.1.4.2.	Costeo de accesorios.....	98
4.2.	Implementar nueva distribución de accesorios en bodega	99
4.2.1.	Por tipo de accesorios	100
4.3.	Análisis de inventarios propuestos	101

4.3.1.	Inventario, último en entrar primero en salir (UEPS).....	102
4.3.1.1.	Técnicas estadísticas.....	102
4.3.1.2.	Costeo de accesorios	106
4.3.2.	Inventario, primero en entrar, primero en salir (PEPS).....	112
4.3.2.1.	Técnicas estadísticas.....	112
4.3.2.2.	Costeo de accesorios	115
4.3.3.	Inventario ABC.....	121
4.3.3.1.	Técnicas estadísticas.....	121
4.3.3.2.	Costeo de accesorios	124
4.3.4.	Análisis de resultados	126
4.3.4.1.	Comparación de resultados de inventarios	126
4.4.	Proyección de utilización de accesorios.....	128
4.4.1.	Implementación de inventario propuesto.....	128
4.4.2.	Implementación de manejo de materiales.....	129
4.4.2.1.	Creación de un <i>stock</i> de accesorios con base en inventario propuesto	134
4.4.2.2.	Órdenes de compra de accesorios	135
4.4.2.3.	Costos de compras	137
4.5.	Proveedores.....	140
4.5.1.	Establecer proveedor según ofrecimiento de precios, calidad y tiempos de respuesta	140
4.5.2.	Localización de proveedor más cercano	141
5.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	143
5.1.	Accesorios PVC	143
5.1.1.	Historia de material PVC.....	143

5.1.2.	Aplicación de material PVC	144
5.1.3.	Clasificación de material PVC	146
5.1.4.	Características del material PVC.....	147
5.2.	Reciclaje de material PVC	148
5.2.1.	Empresas dedicadas al reciclaje PVC	149
5.2.2.	Recolección de material PVC por tipo, uso y tamaño	150
5.2.3.	Procedimiento de reciclaje	150
5.2.4.	Clasificación de material reciclado	151
5.2.5.	Aplicación de material PVC	152
5.3.	Material PVC reutilizable	152
5.3.1.	Limpieza.....	152
5.3.2.	Proceso para crear accesorios PVC.....	152
CONCLUSIONES		155
RECOMENDACIONES		157
BIBLIOGRAFÍA		159
APÉNDICES		161
ANEXOS.....		173

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación actual de Hidrocasa	2
2.	Organigrama de Hidrocasa	4
3.	Equipo de bombeo	9
4.	Bomba para piscina	11
5.	Bomba para jacuzzi.....	12
6.	Bomba para fuente.....	13
7.	Bomba sumergible	14
8.	Instalación de bomba en cisterna.....	23
9.	Diagrama de instalación de equipo de bombeo.....	25
10.	Diagrama de proceso de instalación actual de equipo de bombeo	26
11.	Distribución de materiales en bodega	34
12.	Causas de mantenimiento correctivo a vehículos	37
13.	Causas de mantenimiento correctivo a compresores	39
14.	Recursos utilizados en instalación de equipos de bombeo.....	42
15.	Costo de recursos utilizados en instalación de equipos de bombeo ...	44
16.	Tiempo promedio en minutos de cada actividad	48
17.	Diagrama actual de mantenimiento preventivo.....	50
18.	Tiempo promedio de actividades de mantenimiento preventivo actual	52
19.	Recursos utilizados en mantenimiento preventivo actual	53
20.	Costo de recursos utilizados en mantenimiento preventivo actual.....	54
21.	Diagrama actual de mantenimiento correctivo.....	56
22.	Tiempo promedio de mantenimiento correctivo actual	57

23.	Recursos utilizados en mantenimiento correctivo actual.....	58
24.	Costo de recursos utilizados en mantenimiento correctivo actual	59
25.	Costo de transporte y maquinaria.....	61
26.	Diagrama propuesto de instalación de equipos de bombeo	66
27.	Diagrama propuesto de proceso de mantenimiento preventivo	71
28.	Diagrama propuesto de proceso de mantenimiento correctivo	72
29.	Comparación de recursos en instalación de equipos de bombeo	82
30.	Comparación de recursos en mantenimiento preventivo	83
31.	Comparación de recursos en mantenimiento correctivo	84
32.	Comparación de costos en instalación de equipos	85
33.	Comparación de costos en mantenimiento preventivo.....	86
34.	Comparación de costos en mantenimiento correctivo.....	87
35.	Comparación de tiempos de instalación	88
36.	Comparación de tiempos de mantenimiento preventivo	88
37.	Comparación de tiempos de mantenimiento correctivo	89
38.	Base de datos de accesorios.....	92
39.	Hoja de accesorios utilizados	94
40.	Orden de compra	95
41.	Porcentajes de accesorios.....	98
42.	Porcentajes de costo de accesorios	99
43.	Nueva distribución de accesorios en bodega	100
44.	Estantería.....	101
45.	Comportamiento de copla de 1 pulgada	103
46.	Comportamiento de guardanivel.....	103
47.	Comportamiento de manómetro de ½ pulgada.....	104
48.	Comportamiento de pegamento PVC	105
49.	Comportamiento de adaptador macho de 1 pulgada	105
50.	Inventario UEPS de copla de 1 pulgada	106
51.	Inventario UEPS de guardanivel.....	107

52.	Inventario UEPS manómetro de ½ pulgada	108
53.	Inventario UEPS de pegamento PVC.....	109
54.	Inventario UEPS de adaptador macho de 1 pulgada.....	111
55.	Entradas y salidas de copla de 1 pulgada	113
56.	Entradas y salidas de guardanivel.....	113
57.	Entradas y salidas de manómetro de ½ pulgada.....	114
58.	Entradas y salidas de pegamento PVC	114
59.	Entradas y salidas de adaptador macho de 1 pulgada	115
60.	Inventario PEPS de copla de 1 pulgada	116
61.	Inventario PEPS de guarda-nivel	117
62.	Inventario PEPS de manómetro de ½ pulgada.....	118
63.	Inventario PEPS de pegamento PVC.....	119
64.	Inventario PEPS de adaptador de 1 pulgada.....	120
65.	Inventario ABC de accesorios más utilizados	124
66.	Plantilla de inventario UEPS	129
67.	Orden de compra de accesorios	136
68.	Costos de orden de compra de accesorios	137
69.	Plantilla de registro de facturas	139

TABLAS

I.	Lista de materiales de instalación de equipo residencial.....	16
II.	Lista de materiales de instalación de equipo de piscina.....	16
III.	Lista de materiales de instalación de equipo de jacuzzi	17
IV.	Lista de materiales de instalación de equipo de fuente	18
V.	Lista de materiales de instalación de equipo sumergible	19
VI.	Lista de materiales de construcción de cisterna.....	20
VII.	Resumen de actividades y tiempos definidos en el diagrama actual de instalación de equipos de bombeo	29

VIII.	Inventario de accesorios PVC	31
IX.	Inventario de materiales	32
X.	Recursos utilizados en instalación actual	33
XI.	Herramientas de trabajo.....	40
XII.	Tabla resumen de actividades con tiempo promedio de instalación.....	45
XIII.	Resumen diagrama actual de mantenimiento preventivo	51
XIV.	Resumen diagrama actual de mantenimiento correctivo	57
XV.	Costo promedio de mantenimiento menor por cada vehículo	60
XVI.	Costo promedio de servicio de mantenimiento por compresor ...	60
XVII.	Requerimientos en galones por minuto de electrodomésticos....	64
XXVIII.	Explosión de materiales resultado de la optimización del proceso propuesto de instalación.....	68
XIX.	Resumen de diagrama propuesto de instalación de equipos de bombeo	69
XX.	Recursos utilizados en diagrama propuesto de mantenimiento preventivo	73
XXI.	Recursos utilizados en diagrama propuesto de mantenimiento correctivo	73
XXII.	Resumen diagrama propuesto de mantenimiento preventivo de equipos de bombeo.....	74
XXIII.	Resumen diagrama propuesto de mantenimiento correctivo de equipos de bombeo.....	75
XXIV.	Tiempo estándar de instalación de equipo de bombeo	76
XXV.	Tabla de costos unitarios de recursos utilizados en diagrama de instalación	77
XXVI.	Tiempo estándar de mantenimiento preventivo.....	78
XXVII.	Tabla de costos unitarios de recursos utilizados en diagrama propuesto de mantenimiento preventivo.....	79

XXVIII.	Tiempo estándar de mantenimiento correctivo	79
XXIX.	Tabla de costos unitarios de recursos utilizados en diagrama propuesto de mantenimiento correctivo	80
XXX.	Resultados de comparación de situación actual y propuesta	90
XXXI.	Porcentaje de participación y costo	122
XXXII.	Orden de porcentajes de accesorios.....	123
XXXIII.	Zonas de porcentajes de accesorios.....	125
XXXIV.	Costo de zonas.....	126
XXXV.	Comparación de inventarios	127
XXXVI.	Manejo de materiales de copla 1 y $\frac{3}{4}$ de pulgada	132
XXXVII.	Manejo de materiales de codo 1 y $\frac{3}{4}$ de pulgada	133
XXXVIII.	Manejo de materiales de adaptador macho de 1 pulgada.....	133
XXXIX.	Definición del <i>stock</i> de seguridad	134
XL.	Fechas de compra de accesorios	135
XLI.	Costos y cantidad de compra de accesorios.....	138
XLII.	Comparación de proveedores.....	140
XLIII.	Localización de proveedores	142

GLOSARIO

ABC	Regla del 80/20 o ley del menos significativo.
<i>Blower</i>	Turbina que suministra aire a través de líneas conectadas a <i>polyjet</i> o boquillas, creando burbujas de aire que están dentro de un jacuzzi.
CPVC	Policloruro de vinilo clorado, es un termoplástico producido por cloración de la resina de policloruro de vinilo.
Explosión de materiales	Técnica que consiste en calcular de forma anticipada, la cantidad y el tipo de materiales son requeridos para poder realizar una tarea.
<i>Polyjet</i>	Boquillas en las paredes y superficie del jacuzzi de donde salen las burbujas de aire provenientes del <i>blower</i> y agua provenientes de la bomba.
PVC	Producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo.
Reciclaje	Proceso fisicoquímico, mecánico o trabajo que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado (basura), a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto.

UEPS

Último en entrar primero en salir.

RESUMEN

Hidrocasa ofrece los servicios de venta, instalación y mantenimientos de equipos de bombeo residencial con el objetivo de garantizar la obtención de agua potable para su almacenaje y distribución mediante un flujo constante, que supere las expectativas y satisfacción del cliente en la entrega del producto, siendo necesario contar con un diseño de instalación y mantenimiento de equipo de bombeo residencial.

Para realizar una propuesta de métodos para el mejoramiento de las operaciones de Hidrocasa, se realizó un análisis de la situación actual de los procedimientos que se llevan a cabo, así como el levantamiento de inventario de todos los materiales y accesorios que se tienen en existencia, esto servirá para realizar una propuesta de un control de inventario de los accesorios PVC que se utilizan en la instalación de un equipo de bombeo residencial, así como en los mantenimientos preventivos y correctivos que se practican a sistemas de equipos de bombes previamente instalados.

Se consideran los diagramas de proceso y de flujo de operaciones, para optimizar los tiempos de entrega de las obras y la correcta utilización de accesorios PVC, consiguiendo establecer la explosión de materiales en instalaciones y mantenimientos hacia los equipos, eliminando desperdicios y material sobrante que generan pérdidas en cada obra que se ejecuta. Se realizan estudios de tiempos para establecer el tiempo estándar de entregas, utilizando factores de referencia como Westinghouse y una nueva distribución del procedimiento de instalación y mantenimientos.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un instructivo de instalación de equipo de bombeo residencial y servicio de mantenimiento que ofrece la empresa Hidrocasa, mediante el análisis, diseño, implementación de procesos y manejo de inventarios que garanticen un mejor rendimiento y disminución de costos de operación.

Específicos

1. Analizar el proceso de instalación de equipo de bombeo residencial, identificando todas las posibles variables que puedan afectar el procedimiento.
2. Desarrollar los procesos de instalación para cada modelo de bomba y equipo hidroneumático que se requiera, optimizando el uso de accesorios PVC y los tiempos de entrega de instalación de equipos de bombeo residencial.
3. Determinar un inventario que identifique la explosión de materiales y accesorios requeridos en los diferentes diseños de instalación y mantenimiento de equipos de bombeo residencial
4. Proponer un manejo de materiales para optimizar las compras, reduciendo costos y tiempos.

5. Definir un nivel promedio de *stock* de accesorios PVC en bodega que se necesitarán para la instalación de equipos de bombeo.

INTRODUCCIÓN

Hidrocasa es una empresa que se dedica a la venta de equipos de bombeo de agua potable, así como al servicio de mantenimiento a los equipos que existen en el mercado para el desarrollo de actividades relacionadas con el bombeo.

Es por esta razón, que Hidrocasa se integra a esta rama industrial para promover servicios orientados al cuidado y a la educación que se le dará a la población sobre el uso adecuado del preciado vital líquido, el agua potable que se consume.

Los productos y servicios que ofrece Hidrocasa están directamente relacionados con el uso de agua potable residencial, razón por la cual se implementará un plan sobre el cuidado de este recurso. Existe un porcentaje considerable de viviendas que carecen del servicio de agua potable, y en algunas ocasiones, el servicio no es constante, por lo que el cliente solicita el servicio de equipo de bombeo residencial para su abastecimiento y almacenaje.

Hidrocasa ofrece los servicios de venta, instalación y mantenimiento de equipos de bombeo residencial, con el objetivo de garantizar la obtención de agua potable, para su almacenaje y distribución mediante un flujo constante que supere las expectativas y satisfacción del cliente en la entrega del producto, siendo necesario contar con un diseño de instalación y mantenimiento de equipo de bombeo residencial.

Los métodos propuestos para el mejoramiento de procesos de HidroCasa son la implementación de un control de inventario de los accesorios PVC, que se utilizan en la instalación de un equipo de bombeo residencial así como en los mantenimientos preventivos y correctivos que se practican a sistemas de equipos de bombes previamente instalados. También se utiliza la herramienta de manejo de materiales para determinar los tiempos de compra, duración del producto, cantidad optima a pedir en compras así como en el almacenaje del inventario de bodega y sobretodo, el establecimiento de un *stock* de seguridad de los materiales de mayor importancia en los servicios que presta la empresa.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Hidrocasa

Hidrocasa es una empresa nacional que se dedica a la venta de equipos de bombeo de agua potable, servicios de mantenimiento, remodelación de casas y construcción de tanques cisternas subterráneos. En lo concerniente a los equipos de bombeo de agua potable ofrece equipos para residencias, piscinas, jacuzzis, fuentes y bombas sumergibles para pozos, así como los servicios de mantenimiento tanto preventivo como correctivo para los productos que ofrece.

En cuanto a remodelación de casas, brinda asistencia en aspectos como: renovación de pintura, paredes, columnas, techos, cambio y/o limpieza de vidrios, pisos, instalaciones eléctricas y cualquier otro trabajo que el cliente requiera. En la construcción de tanques cisternas subterráneos, ofrece asesoría mediante el análisis de las condiciones del lugar, que determinarán la propuesta en base al volumen en litros de agua que el cliente necesite con el equipo de bombeo adecuado. Estos tanques cisterna oscilan en un rango desde 3 000 litros hasta 15 000 litros y están prefabricados de hierro y concreto.

1.1.1. Reseña histórica

Hidrocasa fue fundada en agosto de 1994, con la finalidad de prestar los servicios de venta, instalación y mantenimiento de equipos de bombeo de agua potable, contribuyendo con el aprovechamiento del recurso hídrico para el beneficio humano del país.

Para la creación de Hidrocasa se definieron una serie de objetivos, metas y políticas a cumplir con el propósito de brindar un servicio de reconocido prestigio estableciendo altos estándares de calidad en productos y servicios que garantizan la satisfacción del cliente y de la empresa. Inicia operaciones con un personal de ocho profesionales conformado de la siguiente manera: un gerente general, dos técnicos, dos albañiles, una secretaria y dos vendedores.

1.1.2. Ubicación

Hidrocasa inicia operaciones en la zona 13 de la ciudad capital de Guatemala hasta 1998, en el que se decide trasladarla a su actual ubicación en la zona 6 de Mixco, debido a que, al realizar el estudio de la ubicación de sus clientes potenciales, se determina la cercanía y fácil acceso a ellos desde esta nueva ubicación.

Hidrocasa, actualmente está ubicada en Boulevard El Caminero 14-32, Centro Comercial San Francisco, local 82, 2do. nivel, zona 6 de Mixco, Guatemala.

Figura 1. **Ubicación actual de Hidrocasa**



Fuente: <http://maps.google.com>. Consulta: 23 de noviembre de 2011.

1.1.3. Misión

“Proveer un servicio de calidad que permita brindar soluciones integrales en la venta, instalación y mantenimiento de equipos de bombeo de agua potable de una manera eficiente y confiable.”

1.1.4. Visión

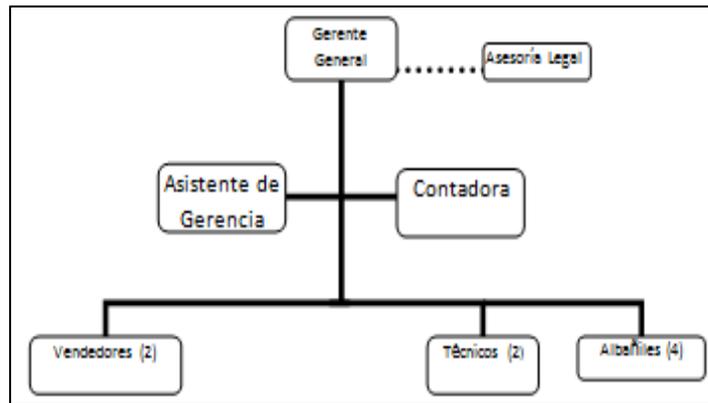
“Ser una empresa de servicios de venta, mantenimientos e instalación de equipos de bombeo de reconocido prestigio que satisfaga las necesidades de sus clientes y contribuyan con el medio ambiente en el uso adecuado de los recursos naturales.”

1.2. Recurso humano

Hidrocasa cuenta con una estructura lineal ya que por ser una empresa categorizada como pequeña, este tipo de organización le permite tener un mando central y una supervisión directa del gerente general, siendo este tipo de estructura la que le permite una comunicación frecuente con sus subordinados, característica que le provee de una ventaja al establecer mejoras continuas en la entrega de productos y servicios de calidad.

Se presenta a continuación el organigrama que actualmente posee Hidrocasa.

Figura 2. **Organigrama de Hidrocasa**



Fuente: elaboración propia.

1.2.1. **Personal administrativo**

La empresa actualmente cuenta con un gerente general, una asistente de gerencia y una contadora. Las funciones principales de cada uno de ellos se describen a continuación.

- Gerente general: su función principal es dirigir la empresa mediante las siguientes funciones:
 - Crear y mantener buenas relaciones laborales con los clientes, trabajadores y proveedores.
 - Coordinar, supervisar y orientar a los subordinados a cumplir con los objetivos y las metas establecidas de la organización.
 - Planificar las ofertas, las proyecciones de venta y mantenimientos preventivos mensualmente.
 - Establecer los precios de los productos y servicios.

- Velar por el cumplimiento de las proyecciones de ventas y mantenimientos establecidos mensualmente.
 - Tomar decisiones financieras en proyectos para la empresa.
 - Planificar las órdenes de trabajo.
- Asistente de Gerencia: su función principal es asistir al gerente general, entre sus funciones específicas se pueden citar:
 - Cotizar productos de los proveedores.
 - Notificar sobre los nuevos productos y precios de los proveedores al gerente general.
 - Planificar las órdenes de pedido de compra de productos, materiales y accesorios.
 - Informar a los clientes sobre las fechas planificadas para sus mantenimientos preventivos.
 - Llevar un registro de entrada y salida de los productos, materiales y accesorios utilizados en todos los servicios.
 - Documentar las cotizaciones presentadas a los clientes, mantenimientos y las ventas realizadas, órdenes de pedido, inventarios de accesorios y órdenes de trabajo.
- Contadora: su función principal es la de llevar las finanzas de la empresa junto con el gerente general mediante:
 - Registro de todas las facturas de compra, venta, recibos de caja y los inventarios contables de la empresa.
 - Control de los libros en la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT).
 - Elaborar reportes financieros para la toma de decisiones.

- Presentar los estados financieros de la empresa.
- Llevar a cabo estudios de los problemas económicos y financieros que aquejen a la empresa.
- Asesorar a la gerencia en planes económicos y financieros, tales como presupuestos y proyectos.

1.2.2. Personal técnico

Actualmente cuenta con dos vendedores, dos técnicos y cuatro albañiles que realizan las operaciones de la empresa. Se describen las funciones principales de cada uno de los puestos:

- Vendedores: su función es la promoción de los productos de la empresa mediante:
 - Elaboración de ofertas técnicas y económicas (cotizaciones) para cada uno de los clientes.
 - Promover campañas promocionales.
 - Mantener una cartera de clientes vigente y actualizada.
 - Supervisión de la realización de los contratos de instalación de equipos de bombeo y cumplimiento de tiempos de entrega.
 - Realizar los cobros de las ventas.
- Técnico: es responsable de los trabajos de instalación y mantenimientos entregados mediante las siguientes funciones:
 - Supervisar y velar por el cumplimiento de los trabajos de construcción y remodelación.
 - Proveer materiales a los albañiles.

- Reducir los costos de operación y tiempos de entrega.
 - Realizar los cobros de mantenimientos e instalación.
 - Atención de sugerencias o quejas de parte de los clientes.
 - Realizar la instalación de los equipos de bombeo y de los mantenimientos preventivos y/o correctivos
 - Planificar el desarrollo de remodelaciones de las casas y construcción de cisternas.
 - Informar al gerente general y/o asistente de gerencia sobre algún inconveniente presentado en la obra y la solicitud de algún otro accesorio necesario.
 - Elaboración de reportes de los accesorios utilizados e información sobre la finalización de la obra.
- Albañiles: su función es:
 - Construcción de los tanques cisterna, casetas para el equipo de bombeo y de la remodelación de los edificios y casas.
 - Cumplir con los tiempos de entrega establecidos, especificaciones y calidad de la construcción y remodelación de los proyectos.
 - Informar al técnico sobre la falta de algún material y/o inconveniente presentado en la obra.

1.3. Productos

Hidrocasa ofrece productos de origen internacional que cumplen con altos estándares de calidad, pues cuentan con el respaldo y/o certificación de las Normas ANSI/NFPA 70 e ISO 5199 (normas que regulan y certifican este tipo de productos comercializados por la empresa), caracterizándolos no solo por la calidad sino por rendimiento, eficiencia, durabilidad, costo y amplia gama de

repuestos. En la sección de anexos, se encontraran las tablas de las distintas clases de bombas que la empresa ofrece describiendo su potencia, voltaje, marca, serie, capacidad, entre otras (Ver anexos).

1.3.1. Equipos de bombeo residencial

Los equipos de bombeo residencial se utilizan básicamente en casas particulares para el abastecimiento de agua a toda la red interna en terminales como lavadoras, lavamanos, lavatrastos, duchas, para riego del jardín y cualquier dispositivo que requiera agua a presión. Los equipos de agua potable consisten básicamente de una bomba de agua y de un tanque hidroneumático. La bomba de agua es la que succiona el líquido de la cisterna y la descarga con presión al tanque hidroneumático y/o a la red interna de la residencia. El tanque hidroneumático almacena agua y contiene una membrana que servirá para generar más presión al líquido contenido para abastecer la red interna de la residencia.

Para determinar el equipo adecuado a instalar se deben considerar factores como el número de duchas, sanitarios, lavamanos y cualquier otro accesorio que utiliza agua potable, los requisitos en cuanto al caudal necesario, la distancia y ubicación en que se encuentran, entre otros. El equipo de bombeo utiliza accesorios eléctricos como lo son el guarda nivel de mercurio, *switch* de presión, *switch* de encendido, cable de corriente, entre otros y accesorios de PVC como codos, uniones, tee, tubos, válvula de pie, por mencionar algunos.

Figura 3. **Equipo de bombeo**



Fuente: HidroCasa. *Catálogo de bombas para agua*. p. 15.

1.3.2. **Equipo para piscinas**

Estos equipos están destinados a abastecer agua potable a cualquier piscina. El equipo de bombeo principal para piscinas consiste en una bomba de agua y un filtro. La bomba de agua tiene como función principal la circulación de agua dentro de la piscina para su limpieza mediante el filtro y para abastecerla de líquido y el filtro sirve para remover las impurezas que tenga el líquido de la piscina.

La selección del equipo de bombeo y filtro dependerá de la capacidad de la piscina, sus dimensiones definirán el caudal requerido y determinarán la capacidad que debe tener la bomba para la circulación de agua dentro de ella. La selección del filtro debe ser acorde a la potencia y caudal de la bomba de agua, ya que no puede ser ni mayor ni menor su capacidad, debido a que se tienen parámetros establecidos de velocidad de filtración.

También se encuentran productos exclusivos para piscina tales como:

- *Skimmers*: son bocas medianas (cavidades) que se colocan en las paredes laterales de la piscina y que sirven para mantener la superficie del agua libre de impurezas debido a que funcionan como un prefiltro por medio de la succión de la bomba atrapando así hojas, insectos o cualquier otro tipo de objeto.
- Retornos: son los encargados de recircular el agua procedente del filtro de modo que los productos químicos responsables del saneamiento, limpieza y transparencia de agua lleguen a todas las zonas de la piscina. Según su orientación permite mejorar la circulación del agua y evita la sedimentación de la suciedad en la parte inferior de la piscina.
- Rejillas: recogen eficazmente el agua de rebosadero en la parte superior de la piscina ofreciendo absoluta seguridad e higiene en instalaciones privadas y públicas.
- Rejillas de fondo: al igual que las rejillas, su función es succionar agua desde el fondo para filtrar y vaciar la piscina.
- Lámparas: sirven para decorar e iluminar la piscina.

Figura 4. **Bomba para piscina**



Fuente: Hidrocasa. *Catálogo de bombas para agua*. p. 15.

1.3.3. **Equipo para jacuzzi**

Estos equipos están diseñados para diferentes tipos de jacuzzi que existen en el mercado y están conformados por una bomba de agua y un *blower* como los principales elementos. La bomba de agua se encarga de hacer circular el líquido limpiándolo a través de los filtros. El *blower* es una turbina que suministra aire a través de líneas conectadas a *polyjet* o boquillas creando burbujas de aire que están dentro del jacuzzi para obtener un hidromasaje dentro de ella.

La selección del tipo de bomba de agua y aire depende de la capacidad en galones del jacuzzi, el número de boquillas, la distancia del jacuzzi hacia el lugar donde se instalará el equipo de bombeo y la velocidad de filtrado del agua. Sus principales accesorios son:

- Línea de aire: son mangueras o tubos distribuidos a través del jacuzzi que transportan el aire suministrado por parte del *blower*.

- *Polyjet*: son boquillas en las paredes y superficie del jacuzzi de donde salen las burbujas de aire provenientes del *blower* y agua provenientes de la bomba.

Figura 5. **Bomba para jacuzzi**



Fuente: Hidrocasa. *Catálogo de bombas jacuzzi*. p. 3.

1.3.4. Equipo para fuentes

Este equipo está diseñado para las distintas clases de fuentes que pueden instalarse en residencias, jardines pequeños, medianos o grandes así como para parques, centros comerciales o algún otro lugar. El equipo consiste básicamente en una bomba de agua y una fuente.

La selección de la bomba dependerá de factores como la altura en metros que desee alcanzar desde la boquilla de la fuente, el diseño de la fuente, el número de boquillas que tenga y de la distancia entre el lugar de instalación de la bomba y de la fuente. Entre los accesorios más importantes que se utilizan están codos, tees, uniones, reductores, boquillas y tubos.

Figura 6. **Bomba para fuente**



Fuente: Hidrocasa. *Catálogo de fuentes*. p. 6.

1.3.5. **Equipo sumergible**

Estos equipos son utilizados para extraer agua potable de los pozos y se instalan dentro de estos, de ahí deriva su nombre de equipos sumergibles. Este equipo está conformado por una bomba, un motor y un panel de control, en donde la bomba de agua junto con el motor sumergible son encargados de suministrar el agua del pozo hacia un tanque cisterna en la residencia, finca o edificio. El panel de control es el encargado de regular la corriente del equipo.

Las variables de las que depende la adecuada selección del equipo de bombeo son:

- Nivel estático del pozo: es el nivel en que se encuentra el agua cuando no se ha iniciado extracción de agua.
- Nivel dinámico: cuando se inicia el bombeo el nivel del agua comienza a bajar según la rapidez de bombeo hasta que después de un tiempo el

nivel se detiene, la rapidez de llenado del pozo se equilibra con la del bombeo y esta nueva profundidad o punto es el nivel dinámico.

- Profundidad del pozo: determina que tan profundo es el pozo.
- Caudal del pozo: cantidad del flujo de agua por unidad de tiempo que tiene el pozo.

Los principales accesorios son:

- Gabinetes metálicos: sirven de protección de los tableros eléctricos contra el ambiente.
- Pararrayos: dispositivo eléctrico que sirve como protección contra las descargas eléctricas.
- Líneas de aire: sirve como medición de la profundidad del pozo y un registro del nivel de agua y horas de funcionamiento de la bomba.

Figura 7. **Bomba sumergible**



Fuente: Hidrocasa. *Catálogo de bombas sumergibles*. p. 12.

1.4. Servicios

Hidrocasa presta los servicios de: instalación, remodelación, construcción de cisternas y mantenimientos preventivos y/o correctivos para los equipos de bombeo que ofrece. Hidrocasa se caracteriza por la entrega de servicios de calidad y eficiencia en cada una de las instalaciones, mantenimientos, construcción y remodelaciones que realiza, ya que procura, como característica principal, alcanzar la calidad en aspectos como: acabados finos, diseño y alto nivel de desempeño de los productos y servicios que proporciona, entre otros.

A continuación se presenta una breve descripción de los aspectos que se deben considerar en los diferentes procedimientos de instalación y los accesorios a utilizar para obtener el mejor rendimiento y funcionalidad de los equipos de bombeo. En el capítulo 3 se definirán los tiempos necesarios para cada instalación de equipos de bombeo residencial y servicios de mantenimientos.

1.4.1. Instalación de equipos de bombeo residencial

En la instalación de estos equipos se realiza una inspección del lugar para determinar aspectos como la ubicación del tanque cisterna y el lugar donde se instalará el equipo de bombeo para obtener el mejor rendimiento y funcionamiento, estableciendo así la cantidad de materiales y accesorios necesarios para realizar el trabajo de instalación. Los accesorios y materiales a tomar en cuenta para la instalación se describen en la tabla I:

Tabla I. **Lista de materiales de instalación de equipo residencial**

Accesorios PVC	Materiales
Codos	Pegamento para PVC
Tubos PVC	Cinta de aislar
Tees	Teflón
Adaptador macho	Cable
Coplas	<i>Switch</i> de encendido
Reducidores	Manómetro
Tapón	Llave de paso

Fuente: elaboración propia.

1.4.2. **Instalación de equipos para piscina**

En la instalación de equipos para piscina se lleva a cabo una inspección sobre las características de la piscina y el lugar en donde se colocará el equipo de bombeo, dependiendo de variables como la distancia y el nivel de instalación, la cantidad de boquillas, retornos y filtros que se deben tomar en consideración para poder seleccionar la cantidad adecuada de materiales y accesorios que debe de llevar el equipo de bombeo, tales como se muestra en la tabla II:

Tabla II. **Lista de materiales de instalación de equipo de piscina**

Accesorios PVC	Materiales
Codos	Pegamento para PVC
Tubos PVC	Cinta de aislar
Tees	Teflón
Adaptadores machos	Cables de corriente
Coplas	<i>Switch</i> de encendido
Reducidores	Manómetro
Tapones	Llave de paso
Adaptadores hembras	Cinta de vulcanizar
	Arena sílice

Fuente: elaboración propia.

1.4.3. Instalación de equipos para jacuzzi

Al igual que en la instalación de equipos para piscina, la instalación de un equipo para jacuzzi requiere una serie de accesorios adicionales que complementan la funcionalidad del producto instalado. Siempre se realiza una inspección en el lugar donde se realizará el trabajo tomando en consideración la distancia del jacuzzi hacia el lugar de instalación, si existe corriente eléctrica en el lugar donde se instalará el equipo y la cantidad de boquillas, retornos y líneas de aire que se tengan dentro del jacuzzi. Entre los accesorios que se utilizan, se mencionan los más importantes en la tabla III:

Tabla III. **Lista de materiales de instalación de equipo de jacuzzi**

Accesorios PVC	Materiales
Codos	Pegamento para PVC
Tubos PVC	Cinta de aislar
Tees	Teflón
Adaptadores machos	Cables de corriente
Coplas	Switch de encendido
Reducidores	Manómetro
Tapones	Llave de paso
Adaptadores hembras	Cinta de vulcanizar

Fuente: elaboración propia.

1.4.4. Instalación de equipos para fuentes

La instalación de equipos para fuentes dependerá de la altura, funcionalidad y diseño de la fuente, esos parámetros se usan para calcular la cantidad adecuada de accesorios a utilizar en la instalación de la bomba. También se toma en consideración el tipo de conexión eléctrica que existe en el lugar y la distancia de la fuente hacia el lugar donde irá instalada la bomba para

determinar la cantidad de materiales de plomería, construcción y eléctricos que llevar{a la instalación del equipo de bombeo.

Sus principales accesorios y materiales se detallan en la tabla IV:

Tabla IV. **Lista de materiales de instalación de equipo de fuente**

Accesorios PVC	Materiales
Codos	Pegamento para PVC
Tubos PVC	Cinta de aislar
Tees	Teflón
Adaptadores machos	Cables de corriente
Coplas	<i>Switch</i> de encendido
Reducidores	Manómetro
Tapones	Llave de paso
Adaptadores hembras	Cinta de vulcanizar

Fuente: elaboración propia.

1.4.5. Instalación de equipos sumergibles

Para la instalación de equipos sumergibles se requiere de un nivel de conocimiento más avanzado, ya que se realiza un análisis de estudio acuífero del pozo donde se sustraerá el agua, el cual permitirá seleccionar el adecuado equipo de bombeo que satisfaga los requisitos y garantice la funcionalidad del mismo. Se consideran factores como la profundidad del pozo en donde irá instalado el equipo sumergible, la distancia del pozo hacia la caseta donde irá el panel de control del equipo que determinarán la cantidad de tubos requeridos y de accesorios y materiales tanto PVC, HG y materiales eléctricos.

Entre los principales se muestran en la tabla V:

Tabla V. **Lista de materiales de instalación de equipo sumergible**

Accesorios PVC	Materiales
Codos	Pegamento para PVC
Tubos PVC	Cinta de aislar
Tees	Teflón
Adaptadores machos	Cables de corriente
Coplas	<i>Switch</i> de encendido
Reductores	Manómetro
Tapones	Llave de paso
Adaptadores hembras	Cinta de vulcanizar
Tubos HG	Arena sílice
Reductores HG	
Coplas HG	

Fuente: elaboración propia.

1.4.6. Elaboración de tanques cisternas

Hidrocasa ofrece los servicios de construcción de tanques cisternas, estos son fabricados de hierro y fundición de concreto. Tienen capacidad de 3 000 litros hasta 20 000 litros según requerimiento del cliente. La realización de este trabajo dependerá de factores como el tipo de suelo que existe en el lugar y las condiciones del terreno, drenajes existentes y amplitud del espacio destinado para la construcción de la cisterna. Para este tipo de trabajo es necesario gestionar las licencias de construcción y de los permisos que otorga la municipalidad correspondiente.

Los materiales que se utiliza en este tipo de construcción se describen en la tabla VI:

Tabla VI. **Lista de materiales de construcción de cisterna**

Accesorios PVC	Materiales
Codos	Cemento
Tubos PVC	Arena
Tees	Agua
Adaptadores machos	Hierro
Coplas	Piedrín
Reducidores	Ladrillos
Poliducto	Block
Teflón	Llave de paso
Pegamento para PVC	Cables de corriente
Cinta de aislar	Cinta de vulcanizar

Fuente: elaboración propia.

1.4.7. Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos

La empresa presta los servicios de mantenimientos preventivos y/o correctivos para los equipos que ofrece. El mantenimiento preventivo es importante debido a que prolonga la vida útil del equipo de bombeo. La periodicidad recomendada para realizar este mantenimiento es de seis meses debido a factores como la garantía de fábrica del equipo y los antecedentes de los mantenimientos correctivos que la empresa ha realizado. Se brindaran soluciones eficientes tomando en consideración las condiciones del lugar donde está instalado el equipo de bombeo, el estado de los equipos y la optimización de los materiales que se utilizarán en la realización del servicio.

El mantenimiento correctivo consiste en la reparación y/o reemplazo de alguna pieza defectuosa del equipo de bombeo. Este mantenimiento se realiza cuando el equipo de bombeo no ha sido sometido a mantenimientos preventivos provocando deficiencias en sus componentes como: aparición de sarro en terminales eléctricas, obstrucción de basura en álabes, rotura en membrana de tanque hidroneumático, sobrecalentamiento de motor, entre otras.

1.4.8. Remodelación de casas

Para el servicio de remodelación de casas se da cobertura a las necesidades de: pintura, renovación de paredes, columnas, reinstalaciones eléctricas, reparación de ventanas, puertas, techos, construcción de gradas, columnas y otros servicios. El servicio a realizar dependerá del estado en que se encuentre el área a trabajar, seleccionando los materiales adecuados en las cantidades necesarias. Se deben tomar en consideración los siguientes factores a trabajar:

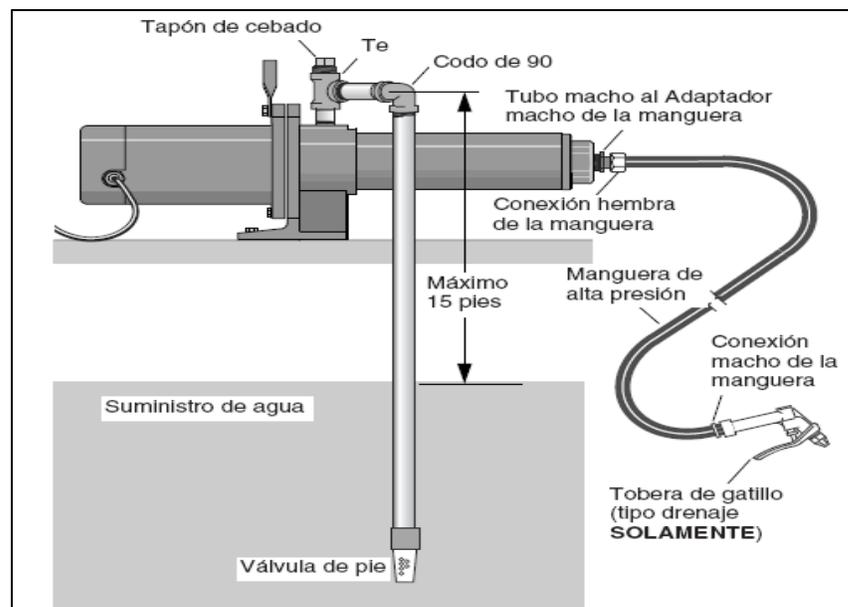
- Número y estado de las puertas
- Área, número y estado de las paredes
- Área, número y estado de los vidrios
- Materiales PVC y eléctricos: codos, tubos, uniones, cable, *switch*
- Galones de pintura
- Materiales de construcción: cemento, arena, pedrín, cal

2. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL EN EL PROCESO DE INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO

2.1. Manuales de instalación de equipo de bombeo

Actualmente, HidroCasa utiliza en cada una de sus instalaciones, los manuales constituidos de las marcas Myers y Sta-Rite que son incluidos con cada una de las bombas de agua de estas marcas, debido a que consideran toda la información de soporte en cuanto a accesorios, conexiones eléctricas, instalación, mantenimiento y condiciones de infraestructura que deberán proteger el equipo una vez instalado.

Figura 8. Instalación de bomba en cisterna



Fuente: Myers. *Manual de instalación Myers*. p. 28.

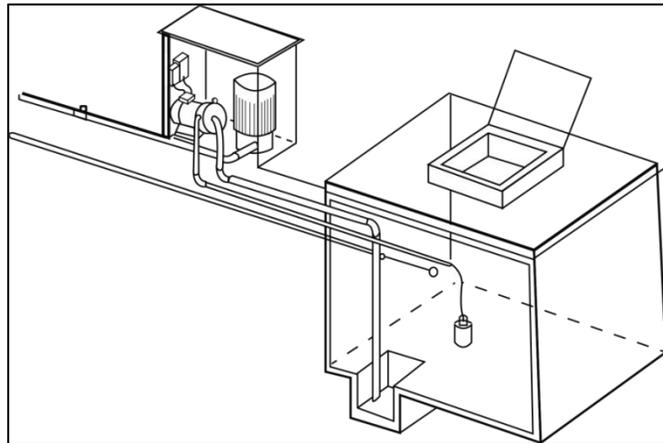
2.2. Tiempos actuales de entrega de instalación

Para establecer los tiempos que actualmente se requieren en la instalación de los equipos de bombeo, se realizó un diagrama de los procesos actuales con el fin de identificar las actividades principales y complementarias que determinan el tiempo total utilizado en el servicio de instalación, incluyendo los tiempos de ocio, las demoras ocasionadas por las compras de accesorios faltantes y la cuantificación de materiales innecesarios y desperdicios que permitan determinar áreas de mejora y oportunidad mediante el análisis de los procedimientos de instalación vigentes.

El proceso consiste de dos etapas:

- Primera etapa: es cuando se realiza una inspección a la residencia para determinar el equipo de bombeo adecuado y la correcta selección del lugar de instalación. Asimismo, esta fase conlleva la realización de la propuesta al cliente mediante una cotización y su correspondiente aprobación.
- Segunda etapa: consiste en la instalación del equipo de bombeo adquirido. Se considera el siguiente diagrama cuya característica es que ya se tiene establecido el lugar de trabajo para realizar el proceso de instalación.

Figura 9. **Diagrama de instalación de equipo de bombeo**



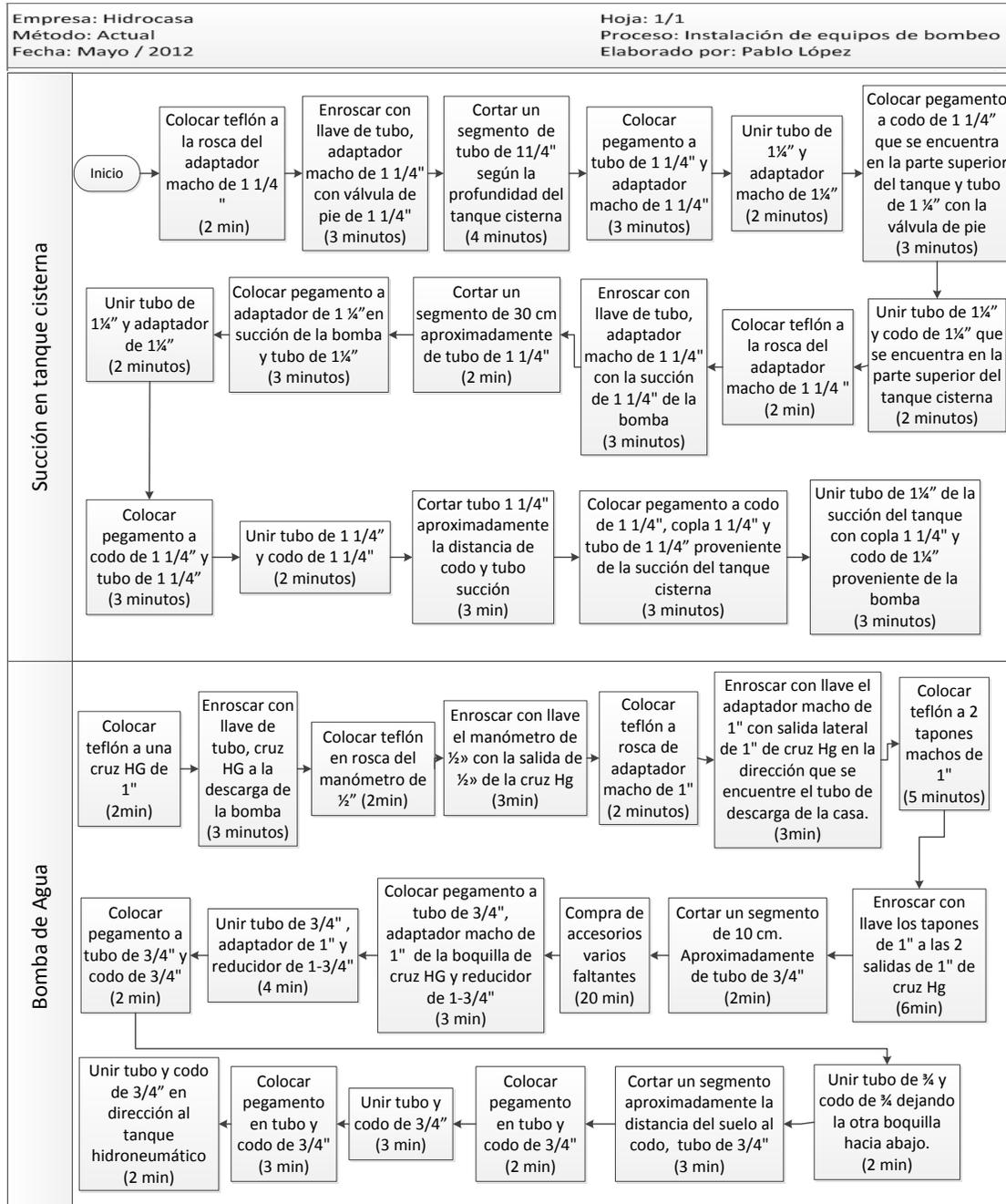
Fuente: Hidrocasa. *Diagrama de instalación*. p. 25

Para poder llevar a cabo el proceso de instalación representado en el diagrama de la figura 9, se definió un modelo estándar básico, que servirá como marco de referencia para representar los diagramas de proceso de la situación actual, en donde destacan dos componentes principales: un tanque cisterna subterráneo para la succión de agua por medio de la bomba y una caseta donde se ubicara el equipo de bombeo.

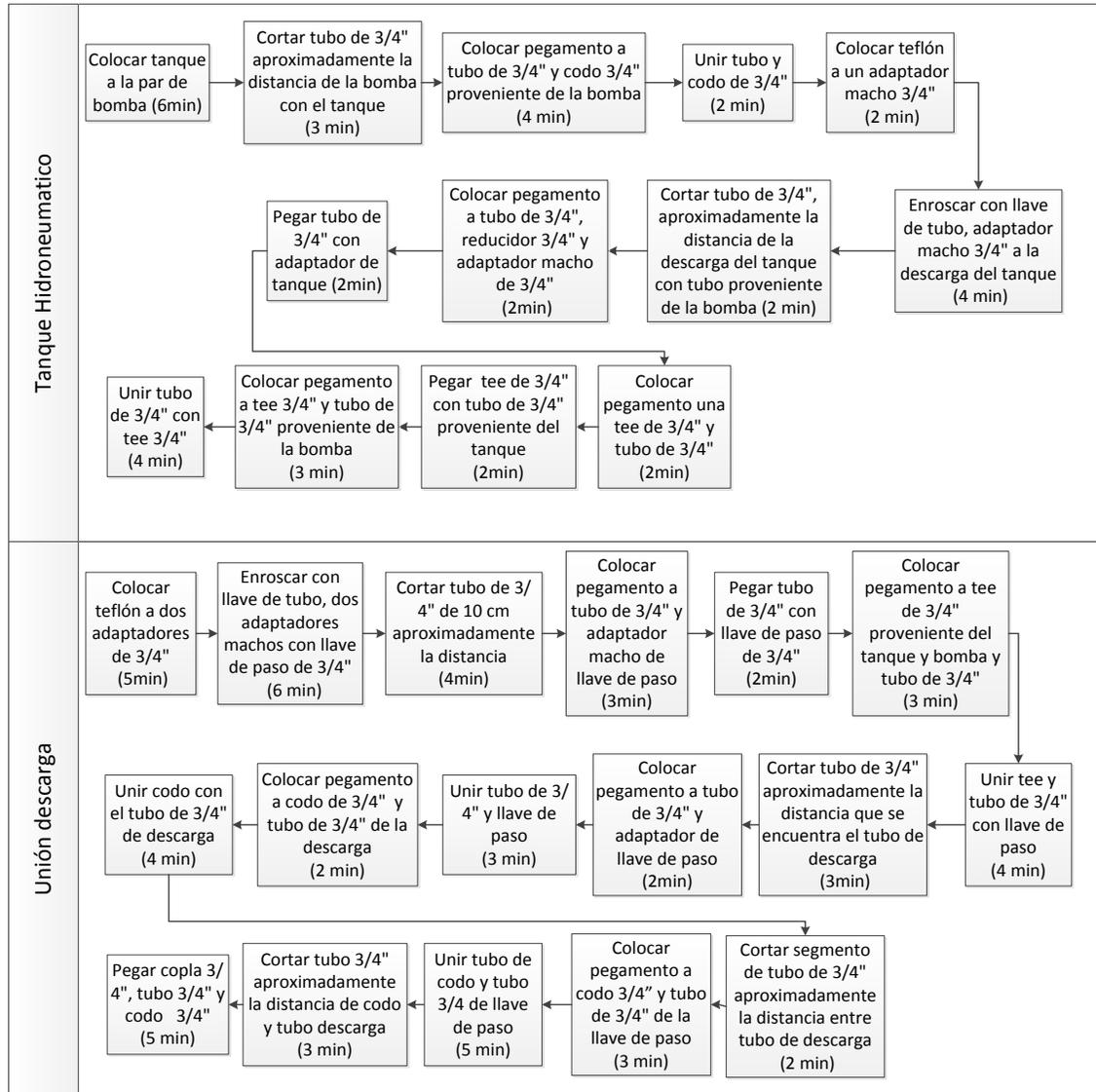
El diagrama definido para cada uno de los procesos actuales será el mismo para las diferentes combinaciones de las bombas de agua y tanques hidroneumáticos que la empresa instala, debido a que las medidas del diámetro de las boquillas de succión y descarga de agua, así como los accesorios para la conexión, son estándares en cada una de estas combinaciones, regulaciones descritas en las especificaciones técnicas del fabricante y que se encuentran reguladas por la Norma ISO 5199.

Este proceso se detallará a continuación en la figura 10.

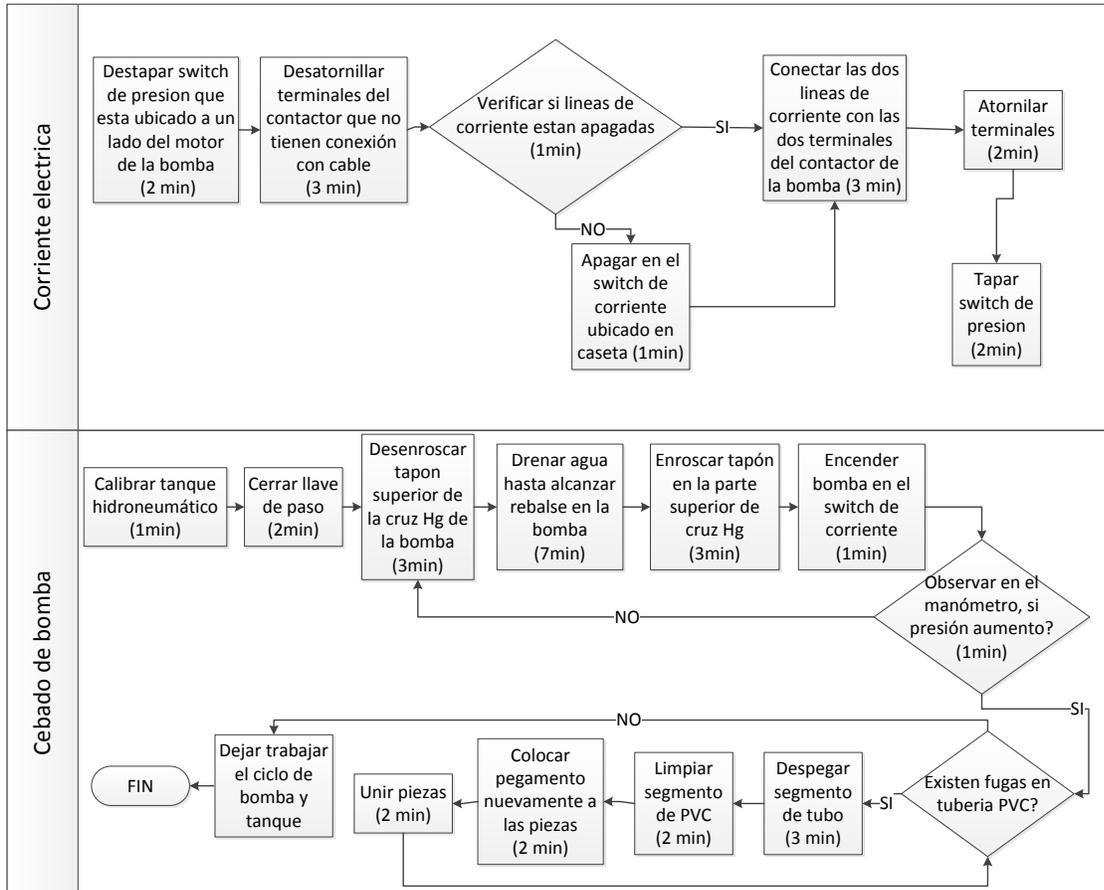
Figura 10. Diagrama de proceso de instalación actual de equipo de bombeo



Continuación de la figura 10.



Continuación de la figura 10.



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta la tabla VII con el resumen que contiene los tiempos estimados y las actividades en cada uno de los procesos actuales de instalación:

Tabla VII. **Resumen de actividades y tiempos definidos en el diagrama actual de instalación de equipos de bombeo**

Símbolo	Repetición	Tiempo
 Operación	83	262 minutos
 Decisión / Inspección	3	3 minutos
Total	86	265 minutos

Fuente: elaboración propia.

En la tabla VII se muestra una sumatoria total de 86 actividades con duración de 265 minutos (4,41 horas) necesarios para la instalación de los equipos de bombeo. Se identificaron demoras de tiempo debido a:

- Interrupciones en la ejecución de la obra como consecuencia de compras imprevistas de accesorios por faltantes.
- Distracción del personal técnico por atender el celular.
- Conexiones incorrectas durante el proceso de instalación del equipo.
- Planificación deficiente del proceso de instalación del equipo, lo que genera un descontrol y faltantes en los accesorios a utilizar.
- Conexiones inadecuadas en la infraestructura generando trabajos adicionales en la obra.

Cada uno de los factores descritos en el listado anterior se consideran en el siguiente capítulo para optimizar el proceso de instalación actual y proponer una mejora sustancial que permita hacer más eficiente el servicio de Hidrocasa y garantice a sus clientes una mayor calidad de servicio y equipos, en un menor tiempo y con el menor costo posible.

2.3. Inventario de accesorios

Actualmente, Hidrocasa carece de un sistema de control de inventarios en bodega, por lo que se generó un registro de todos los accesorios y materiales almacenados actualmente en bodega tales como:

- Accesorios PVC
- Accesorios CPVC
- Cemento
- Accesorios para piscina
- Repuestos de bombas
- Accesorios sanitarios y duchas
- Accesorios reciclados
- Tubería PVC y CPVC

De todos estos materiales y accesorios que se encuentran en bodega, los más importantes a considerar en esta sección serán los accesorios PVC y tubería PVC debido a que son los artículos que tienen mayor utilización en la ejecución de los servicios de instalación y mantenimientos. Estos artículos servirán para realizar mejoras en la distribución, implementación de un control y de determinar los costos de los accesorios.

2.3.1. Registro de accesorios en bodega

Como resultado del inventario de accesorios PVC registrados durante el periodo comprendido desde finales de mayo hasta principios de junio del 2012, se obtuvieron los datos que se presentan en las siguientes tablas a continuación.

Tabla VIII. **Inventario de accesorios PVC**

Accesorios	Medida	Cantidad
Adaptador hembra	1/2"	7
Adaptador hembra	3/4"	1
Adaptador hembra	1"	3
Adaptador hembra	1 1/4"	3
Adaptador macho	1/2"	2
Adaptador macho	3/4"	5
Adaptador macho	1"	2
Adaptador macho	1 1/4"	1
Copla	1/2"	7
Copla	3/4"	2
Copla	1"	2
Copla	1 1/4"	4
Codo	1/2"	10
Codo	3/4"	7
Codo	1"	14
Reducidor	3/4"-1/2"	5
Reducidor	1"-1/2"	2
Reducidor	1"-3/4"	2
Reducidor	1 1/4"-3/4"	4
Reducidor	1 1/4"-1"	5
Tee s	1/2"	6

Continuación de la tabla VIII.

Tees	3/4"	1
Tees	1"	3
Tapón hembra liso	1/2"	2
Tapón hembra liso	3/4"	6
Tapón hembra liso	1"	5
Tapón hembra liso	1 1/4"	1
Tapón macho con rosca	1/2"	2
Tapón macho con rosca	3/4"	5
Tapón macho con rosca	1"	2
Tapón macho con rosca	1 1/4"	1
Tubo PVC	1/2"	10
Tubo PVC	3/4"	5
Tubo PVC	1"	10
Tubo PVC	1 1/4"	11

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Inventario de materiales**

Accesorio	Medida	Cantidad
Cinta de aislar	n/a	4
Ducto eléctrico	3/4"	2
Ducto eléctrico	1/2"	2
Pegamento	1/32 gal	8
Teflón	n/a	23

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Registro de accesorios utilizados en instalaciones

Para determinar el tipo y la cantidad de accesorios utilizados en la instalación de equipos de bombeo referidos en el diagrama de instalación actual, se analizó el registro de los accesorios utilizados para poder establecer la explosión de materiales eliminando accesorios innecesarios. Del resultado de la observación realizada al diagrama del proceso de instalación actual se determina la utilización de los siguientes accesorios:

Tabla X. Recursos utilizados en instalación actual

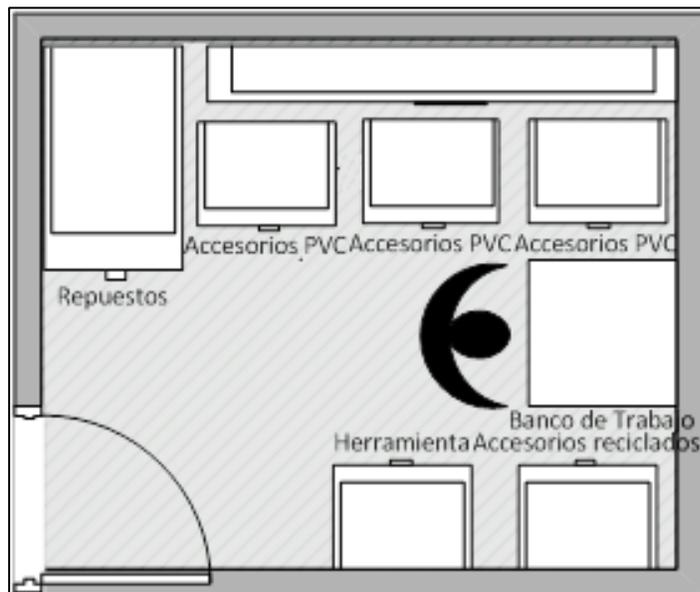
Accesorio	Cantidad
Teflón rollo	1
Pegamento 1/16 galón	1
Adaptador macho 1 1/4"	2
Válvula de pie 1 1/4"	1
Tubo 1 1/4"	1
Codo 1 1/4"	1
Cruz HG 1 1/4"	1
Manómetro 1/2"	1
Adaptador macho 1"	1
Tapón macho 1"	2
Tubo 3/4"	1
Reducidor 1"-3/4"	1
Codo 3/4"	3
Adaptador macho 3/4"	3
Tee 3/4"	1
Llave de paso 3/4"	1
Copla 1 1/4"	1
Copla 3/4"	1
Reducidor 1"-3/4"	1

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Distribución de accesorios en bodega

Del resultado de la inspección realizada hacia la bodega de la empresa se estableció que el almacenamiento de los accesorios y materiales es incorrecto, debido a que se encuentran distribuidos erróneamente y se carece de controles sobre estos provocando pérdidas en tiempos de búsqueda de cierto tipo de accesorios a utilizar, cantidad existente de accesorios, desorden y espacio limitado en el banco de trabajo para las reparaciones de las bombas y tanques. Cada una de estas causas se tomará en cuenta para mejorar la distribución de accesorios con un nuevo almacenamiento e implementación de controles que se definen en el capítulo 4. A continuación se presenta el esquema actual de la distribución de materiales en bodega.

Figura 11. **Distribución de materiales en bodega**



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

2.3.4. Registro de facturas de compra de accesorios PVC

Para determinar el mejor precio de los accesorios se procedió a tabular y analizar toda la información de las facturas de compra con el fin de establecer al principal proveedor en cuanto a calidad del producto, tiempo de respuesta y precios según la cantidad requerida, en el capítulo 4, se definirá un proceso de compras, la creación de una plantilla que servirá de control de las facturas de compra y la comparación de precios entre los diferentes proveedores.

2.4. Maquinaria

La maquinaria corresponde a toda aquella herramienta que es necesaria para realizar la correcta instalación de los sistemas y prestar los servicios que ofrece Hidrocasa, a continuación se describen los mismos.

2.4.1. Transporte

Actualmente la empresa posee dos *pick up* y dos vehículos tipo sedán para realizar el trabajo de instalación, mantenimiento, remodelación, construcción y compra de equipo de bombeo y accesorios.

2.4.1.1. Servicio preventivo

El mantenimiento preventivo es indispensable para alargar la vida útil de los vehículos aumentando el rendimiento de los mismos logrando así reducir costos en repuestos por fallas mecánicas, combustibles y accidentes que pueden llegar a afectar la ejecución de trabajos proyectados por la empresa. Los mantenimientos preventivos a los vehículos se realizarán los fines de semana

para no afectar la planificación de los servicios de la empresa. Actualmente posee dos tipos de servicios que se realizan de la siguiente manera:

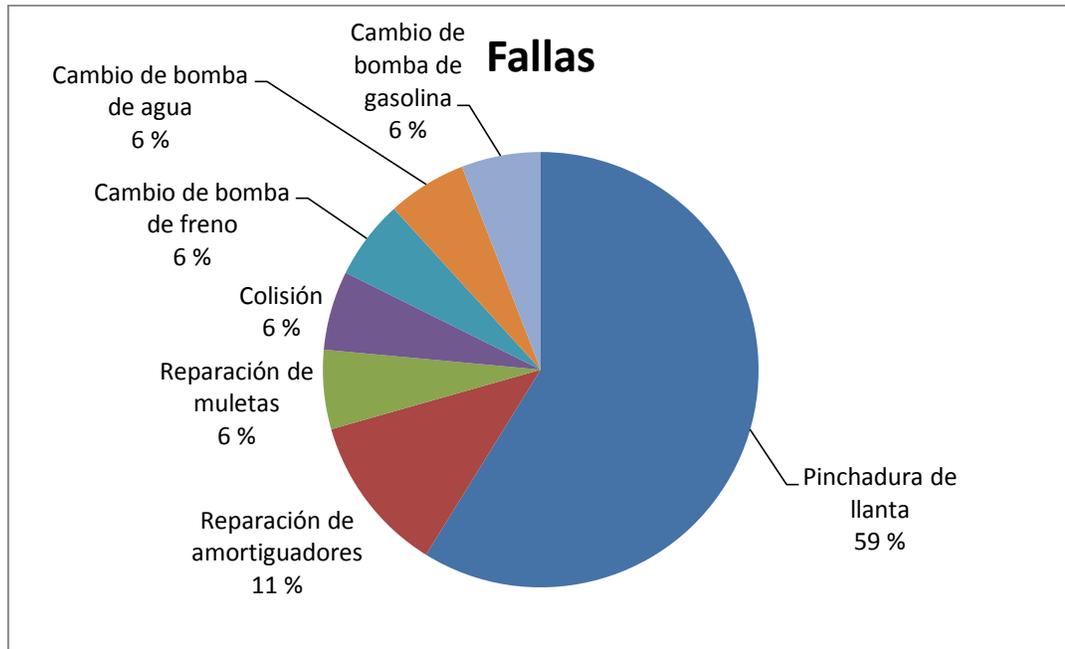
- Mantenimiento preventivo menor: este mantenimiento se realiza aproximadamente cada 3 meses o el recorrido de kilometraje sugerido por parte del taller, este mantenimiento consiste en:
 - Cambio de aceite de motor
 - Cambio de filtro de aire
 - Cambio de filtro de aceite

- Mantenimiento preventivo mayor: se realizará al final de cada año debido al alto costo que genera reemplazar más piezas que incluyen lo siguiente:
 - Cambio de aceite de motor
 - Cambio de filtro de aire
 - Cambio de filtro de gasolina
 - Cambio de candelas
 - Cambio de pastillas de freno
 - Inspección de llantas

2.4.1.2. Servicio correctivo

El mantenimiento correctivo se realiza al momento de presentar una falla que afecte el funcionamiento del vehículo. Actualmente, no se tiene un plan de emergencia cuando se presenta una causa de estas por lo que se realizó una toma de datos para identificar las posibles causas que generan fallas a los vehículos. Las posibles causas de falla que se han detectado se muestran en la figura 12.

Figura 12. **Causas de mantenimiento correctivo a vehículos**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 12 se observan todas las fallas que han ocasionado retrasos en la realización de algún servicio de la empresa. La pinchadura de llanta es la que se tiene con mayor repetición debido a que las llantas se encontraban desgastadas por lo tanto se adquirieron nuevas llantas y factores externos a la empresa como el mal estado de las calles. Para la reparación de amortiguadores se planificara el remplazo en base a los kilómetros recorridos que la marca sugiere que se deban cambiar y el traslado de materiales pesados como tablas, cemento, arena o piedrín. Para las demás fallas identificadas, durante el servicio de mantenimiento preventivo se supervisará para detectar si existe alguna anomalía.

2.4.2. Compresores

Se poseen dos compresores, uno de marca Campbell House de potencia de 1 caballo de fuerza y uno de marca Ingersoll Rand de 2 caballos de fuerza. Estos compresores se utilizan para el suministro de aire a los tanques hidroneumáticos.

2.4.2.1. Servicio preventivo

A los compresores se les realiza un mantenimiento preventivo como un chequeo diario sobre sus principales funcionamientos. La revisión de sus principales funciones incluye:

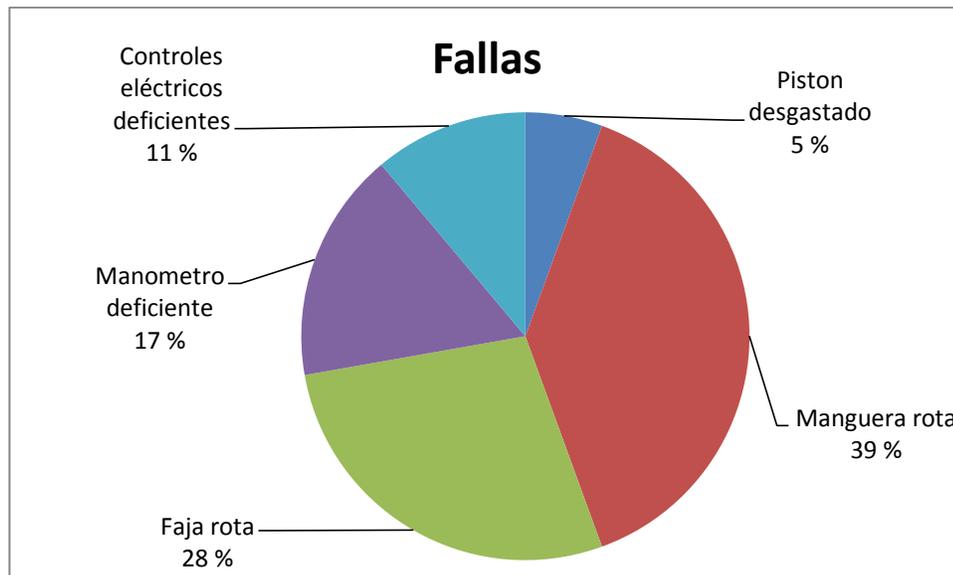
- Nivel de aceite de pistón
- Manguera
- Faja
- Manómetro
- Controles eléctricos

El mantenimiento preventivo se realiza, aproximadamente cada 6 meses, cambiando el aceite de lubricación del pistón de los compresores. Para el compresor Ingersoll Rand se cambiará la faja debido a que es el único que trae este accesorio.

2.4.2.2. Servicio correctivo

El mantenimiento correctivo se realiza cuando presenta algunas causas al azar identificando las más comunes, de estas causas se es posible mencionar las más comunes (ver figura 13):

Figura 13. **Causas de mantenimiento correctivo a compresores**



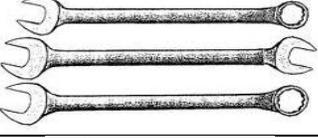
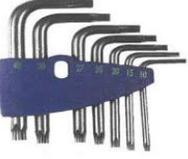
Fuente: elaboración propia.

En la figura 13 se identifican las fallas más recurrentes siendo la manguera y faja rota debido a la constante manipulación y trabajo que se someten en la ejecución de los mantenimientos a los equipos. Se propondrá un plan para realizar esta acción correctiva sin afectar la planeación y/o realización de algún servicio que preste la empresa fijando un mínimo de una manguera y una faja para poder corregir la falla presentada en los compresores de manera urgente antes de realizar el servicio de mantenimiento a los equipos de bombeo.

2.5. **Herramientas de trabajo**

Hidrocasa cuenta con una amplia gama de herramientas de trabajo que provee a los técnicos y albañiles para la realización de su trabajo. Se describirán las herramientas que se utilizan con más frecuencia:

Tabla XI. Herramientas de trabajo

Herramienta	Imagen	Herramienta	Imagen
Alicate		Copa	
Llave de tubo		Llaves	
Llave de cangrejo		Tester eléctrico	
Llave inglesa		Llaves hexagonales	
Desarmadores		Calibrador	
Carretas		Palas y piochas	

Fuente: elaboración propia.

2.5.1. Revisión

Los encargados y responsables de velar por el buen estado y preservación de las herramientas de trabajo son los técnicos y albañiles. Ellos tienen la responsabilidad de reportar cualquier defecto y/o mal funcionamiento hacia el asistente de gerencia para que lleve un control sobre las herramientas defectuosas y la adquisición de una nueva. La revisión la realizan antes de iniciar su trabajo y al finalizarlo.

2.5.2. Medición y calibración

Solo para ciertas herramientas se deben realizar las siguientes actividades de medición y calibración. Las herramientas a medir y calibrar son:

- **Calibrador:** su medición se compara con otro calibrador que no se utiliza, inspeccionando al final de cada mes la precisión y fidelidad del calibrador para establecer si se encuentra en óptimas condiciones.
- **Tester eléctrico:** al igual que el calibrador, el método que utilizaremos para calibrar el tester será indirecto. Los resultados indicarán si se encuentran en óptimas condiciones.

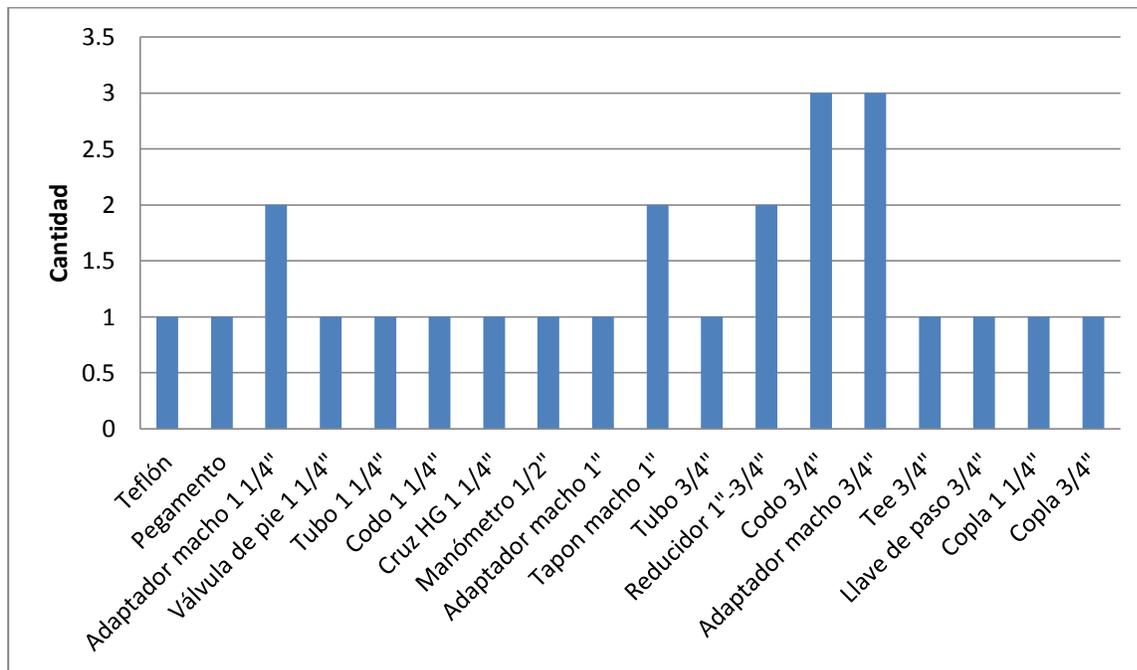
2.6. Análisis de resultados de los servicios

Como resultado del análisis de los procesos de los servicios instalación y mantenimientos se determina que las variables que actualmente más impactan son costos, recursos y tiempos.

2.6.1. Costos y tiempo de instalación de equipo de bombeo

A continuación se presentan las gráficas de los datos recopilados y presentados anteriormente de los costos, tiempos y cantidad de accesorios y materiales que se registraron en la toma de datos de las instalaciones de equipos de bombeo residencial referidos en el diagrama del proceso actual de instalación.

Figura 14. Recursos utilizados en instalación de equipos de bombeo



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de este análisis se determina entonces, que los accesorios que se deben utilizar en los servicios de instalación de los equipos de bombeo son:

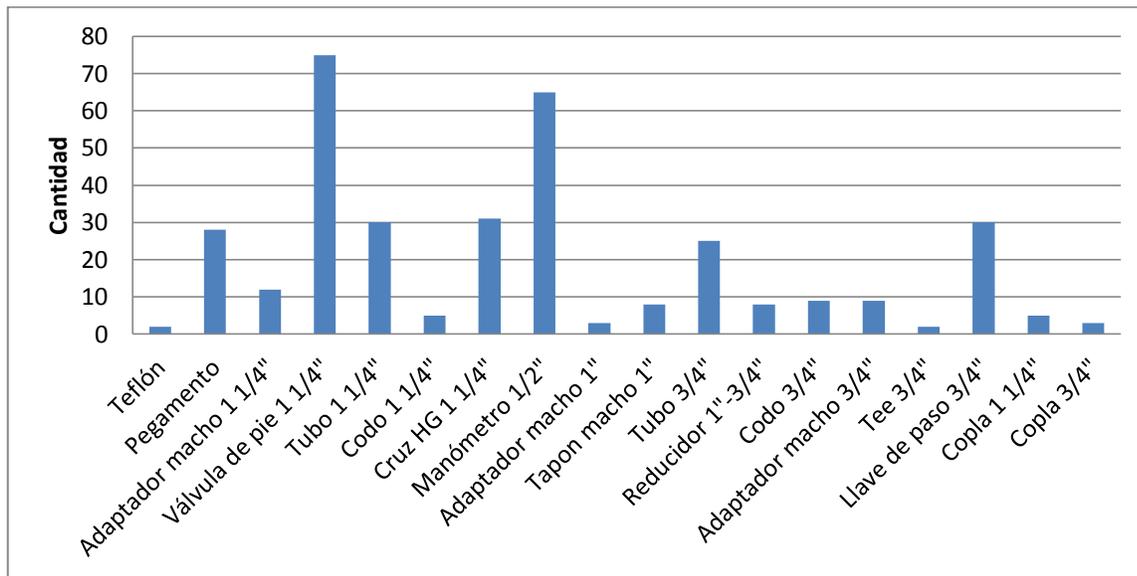
- Válvula de pie de 1 ¼ pulgadas
- Adaptador macho de 1 ¼ pulgadas
- Reducidor 1 a ¾ de pulgadas
- Codo de 1 ¼ pulgadas
- Codo de ¾ de pulgada
- Tubo de 1 ¼ pulgadas
- Tee de ¾ de pulgada
- Adaptador macho de 1 pulgada
- Adaptador macho de ¾ de pulgada
- Tapón de 1 pulgada
- Copla de 1 ¼ pulgadas
- Copla de ¾ de pulgada
- Tubo de 1 pulgada
- Tubo de ¾ de pulgada
- Cruz HG de 1 ¼ pulgadas
- Manómetro de ½ pulgada

De los cuales los accesorios más utilizados son: codos de ¾ de pulgada y adaptadores machos de ¾ de pulgada con tres unidades, codo de 1 ¼ pulgadas, adaptador macho de 1 ¼ pulgadas, reductor ¾ de pulgada y tapón de 1 pulgada con dos unidades. La válvula de pie de 1 ¼ pulgadas es indispensable debido a que sirve como filtro en la succión del agua dentro del tanque cisterna. Estos son los accesorios principales que se deben utilizar en los servicios de instalación de los equipos de bombeo y que se deben de optimizar en el capítulo 3.

Para estimar los costos que se generaron en la prestación de los servicios de instalación, se tomará en cuenta la cantidad de los accesorios utilizados y los datos del registro de las facturas para determinar el precio promedio de compra.

A continuación se presenta la gráfica de los costos de los accesorios utilizados que genera el servicio de instalación (ver figura 15).

Figura 15. **Costo de recursos utilizados en instalación de equipos de bombeo**



Fuente: elaboración propia.

Como consecuencia de la utilización de los accesorios más importantes se determinó un costo total de Q. 350,00 aproximadamente y que los costos que generan más impacto son la compra de válvula de pie 1 ¼ pulgadas, manómetro ½ pulgada y cruz HG debido a su fabricación en bronce y su instalación es importante para el trabajo del equipo de bombeo, así como considerar el pegamento PVC que se utiliza en la instalación. Los siguientes costos están relacionados con los accesorios principales de PVC que se utilizan, por lo tanto se tratarán de reducir mejorando los pedidos de compra para aumentar la productividad de la empresa y la correcta utilización de los accesorios optimizando la cantidad a utilizar en la instalación.

Los costos de la cantidad de accesorios utilizados se compararán con la nueva propuesta presentada en el capítulo 4, esto permitirá visualizar si nuestro margen de utilidad actual es aceptable o no. Para establecer los tiempos se tomará como base la duración de cada actividad durante el proceso de instalación identificando los puntos altos que generan demoras en el procedimiento. Se presenta un resumen de las actividades con su respectivo tiempo.

Tabla XII. **Tabla resumen de actividades con tiempo promedio de instalación**

Actividad	Min	Resumen de actividad
1	2	Colocar teflón al adaptador macho
2	3	Enroscar con llave adaptador y válvula de pie
3	4	Cortar tubo
4	3	Colocar pegamento a tubo y adaptador
5	2	Unir tubo y adaptador
6	3	Colocar pegamento a codo y tubo
7	2	Unir tubo y codo
8	2	Colocar teflón al adaptador macho
9	3	Enroscar adaptador a la boquilla de succión de bomba
10	2	Cortar tubo
11	3	Colocar pegamento a tubo y adaptador
12	2	Unir tubo y adaptador
13	3	Colocar pegamento a codo y tubo
14	2	Unir codo
15	2	Cortar tubo
16	3	Colocar pegamento a codo y tubo
17	3	Unir succión con bomba
18	2	Colocar teflón a cruz hg

Continuación de la tabla XII.

Actividad	Min	Resumen de actividad
19	3	Enroscar cruz hg con rosca de descarga de bomba
20	2	Colocar teflón a manómetro
21	3	Enroscar manómetro
22	2	Colocar teflón a adaptador
23	3	Enroscar adaptador con boquilla de cruz hg
24	5	Colocar teflón a tapones
25	6	Enroscar tapones a las boquillas de cruz hg
32	3	Cortar tubo
33	2	Colocar pegamento a tubo
34	3	Unir tubo y codo
35	3	Colocar pegamento a codo y tubo
36	2	Unir tubo y codo
37	6	Colocar tanque a la par de tanque
38	3	Cortar tubo
39	4	Colocar pegamento a codo y tubo
40	2	Unir codo y tubo
41	2	Colocar teflón a adaptador
42	4	Enroscar adaptador
43	2	Cortar tubo
44	2	Colocar pegamento
45	2	Unir tubo con adaptador
46	2	Colocar pegamento a tee y tubo
47	2	Unir tee con adaptador
48	3	Colocar pegamento a tee y tubo
49	4	Unir tee con tubo
50	5	Colocar teflón a adaptador
51	6	Enroscar adaptadores a llave de paso
52	2	Cortar tubo
53	3	Colocar pegamento a tubo y adaptador
54	2	Pegar tubo y adaptador
55	3	Colocar pegamento a tubo y tee
56	4	Unir tubo y tee
57	3	Cortar tubo
58	2	Colocar pegamento a tubo y adaptador
59	3	Unir tubo y adaptador
60	2	Colocar pegamento a tubo y codo

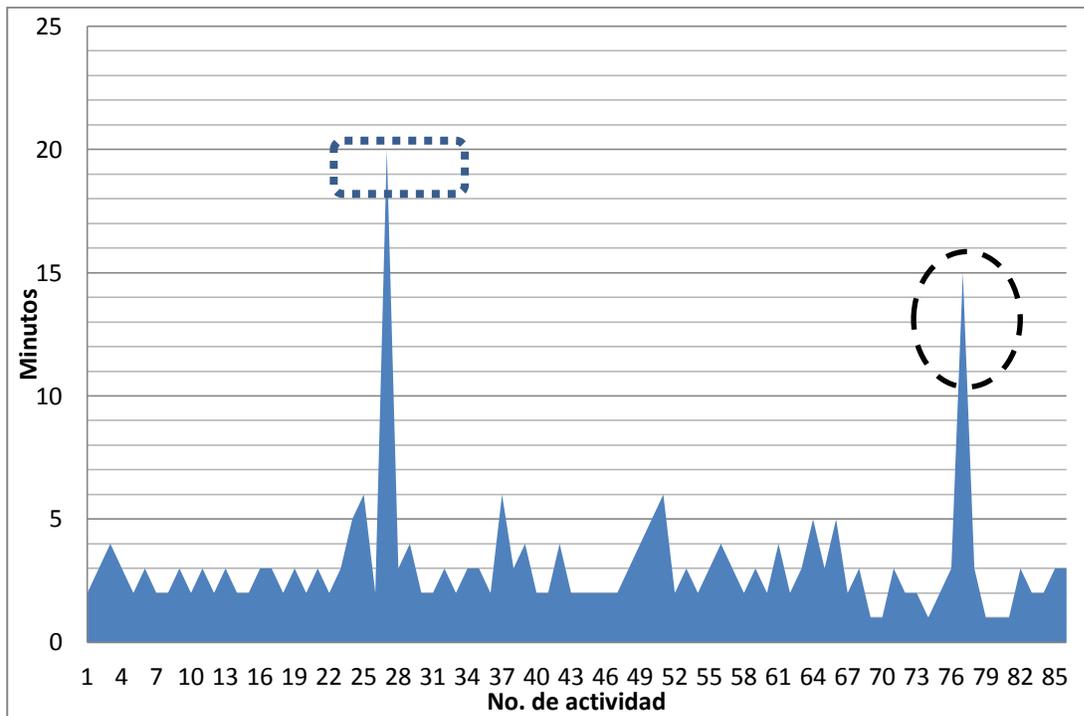
Continuación de la tabla XII.

Actividad	Min	Resumen de actividad
61	4	Unir tubo y codo
62	2	Cortar tubo
63	3	Colocar pegamento
64	5	Unir tubo y codo
65	3	Cortar tubo
66	5	Pegar copla, tubo y codo
67	2	Destapar <i>switch</i>
68	3	Desatornillar terminales
69	1	Verificar líneas
70	1	Apagar corriente
71	3	Conectar ambas líneas en <i>switch</i>
72	2	Atornillar terminales
73	2	Tapar <i>switch</i>
74	1	Calibrar tanque
75	2	Cerrar llave de paso
76	3	Desenroscar tapón
77	7	Drenar agua hasta alcanzar el rebalse
78	3	Enroscar tapón de boquilla
79	1	Encender <i>switch</i>
80	1	Agarra presión la bomba?
81	1	Existen fugas?
82	3	Despegar piezas
83	2	Limpiar piezas
84	2	Colocar pegamento
85	3	Unir piezas
86	3	Dejar funcionar bomba

Fuente. elaboración propia.

Con base en los datos presentados, se presenta la gráfica de los tiempos promedios de cada actividad realizada durante el proceso de instalación de un equipo de bombeo.

Figura 16. **Tiempo promedio en minutos de cada actividad**



Fuente: elaboración propia

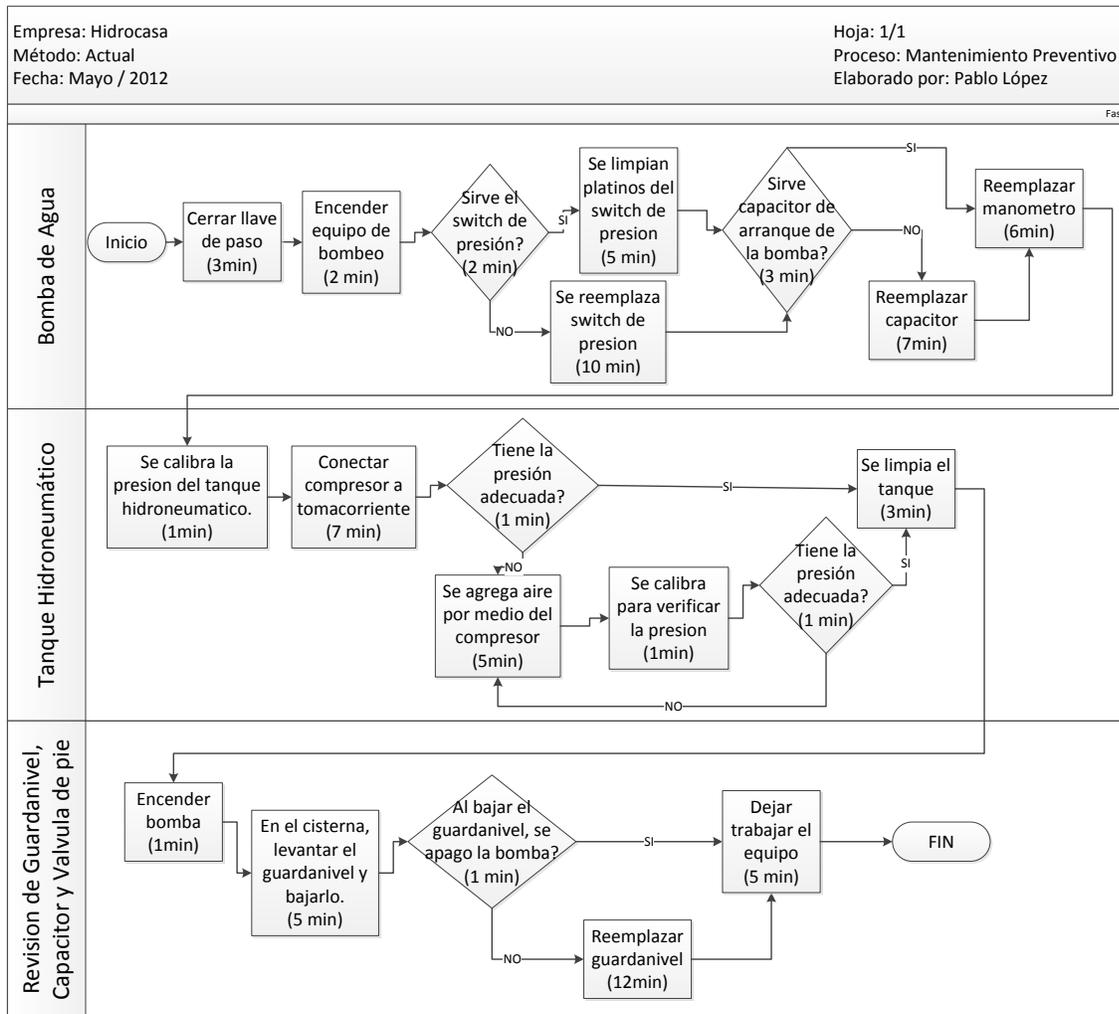
Como resultado de la toma de tiempos de las actividades se identificó que existe una demora de aproximadamente 20 minutos por compras de accesorios faltantes durante la instalación del equipo (marcada en rectángulo punteado en la gráfica), ocasionando que la obra se paralice. Durante las pruebas del funcionamiento de la bomba, la actividad de llenado de agua en la bomba tuvo un tiempo promedio de 15 minutos debido a factores como el acarreo de agua hacia el lugar de trabajo y la falta de un embudo para evitar derrames de agua dentro del lugar de trabajo provocando que se repita el acarreo de agua por los derrames de agua, evitando que se llene la bomba de agua.

También se identificaron otras causas menores que afectan este tipo de instalación (pocos casos) como lo son: las condiciones de infraestructura inadecuadas donde se instalará el equipo, las conexiones de agua son deficientes por lo tanto se debieron de reemplazar, distracción del personal y una mala planificación del proceso de instalación. Los tiempos promedios actuales se mantienen estables, como se observa, pero se mejorarán eliminando las actividades de demoras identificadas, con una mejor planificación para los servicios futuros mediante la proposición de técnicas de ingeniería para aumentar la productividad.

2.6.2. Costos y tiempo de mantenimiento preventivo

Este servicio consiste en la revisión, calibración y limpieza del equipo de bombeo, en ocasiones se cambian piezas por antigüedad o por su estado deficiente. El lugar de trabajo deberá consistir de: una bomba, tanque hidroneumático y un guardanivel que servirá como base para elaborar el diagrama de proceso de mantenimiento preventivo que se trabaja actualmente.

Figura 17. Diagrama actual de mantenimiento preventivo



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la observación realizada del mantenimiento preventivo se identificaron las actividades más recurrentes para la elaboración del diagrama de proceso actual del servicio. Se tomaron de base los tiempos promedios, recursos utilizados y los costos que se obtuvieron durante la realización de este servicio presentado de forma resumida en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Resumen diagrama actual de mantenimiento preventivo**

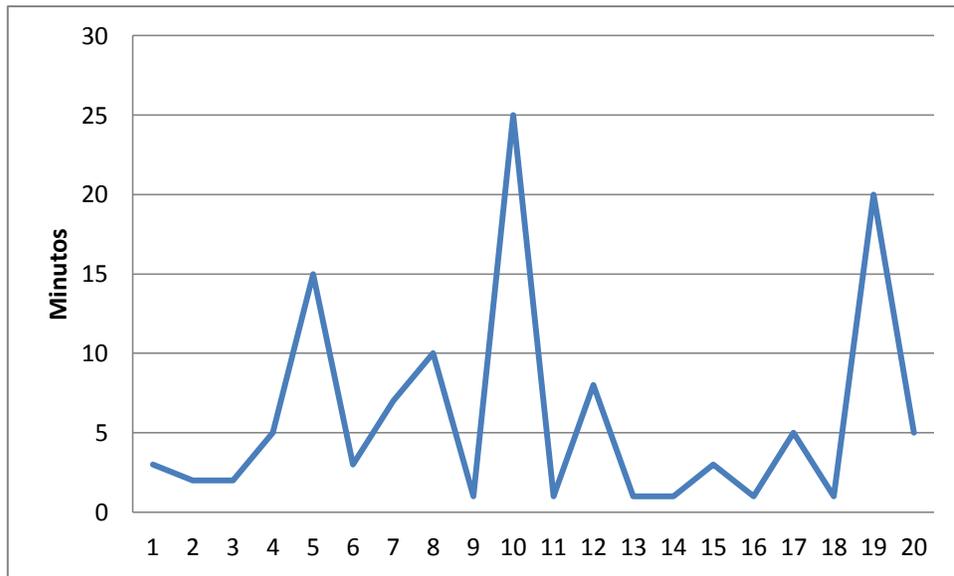
Símbolo	Repetición	Tiempo
 Operación	15	111 minutos
 Decisión	5	8 minutos
Total	20	119 minutos

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIII se muestra un total de 20 actividades con duración promedio de 119 minutos (1,98 horas) para el mantenimiento preventivo de los equipos de bombeo. Se determinaron actividades como demoras en búsqueda de conexiones eléctricas para enchufar el compresor, fatiga y distracción del personal técnico y otros factores que se tomaran en cuenta para el mejoramiento del proceso de instalación.

Con base en el diagrama elaborado se procede a analizar los costos, tiempos y recursos utilizados producto de la observación realizada durante la ejecución del servicio. A continuación se grafican los tiempos de las actividades realizadas durante el mantenimiento preventivo.

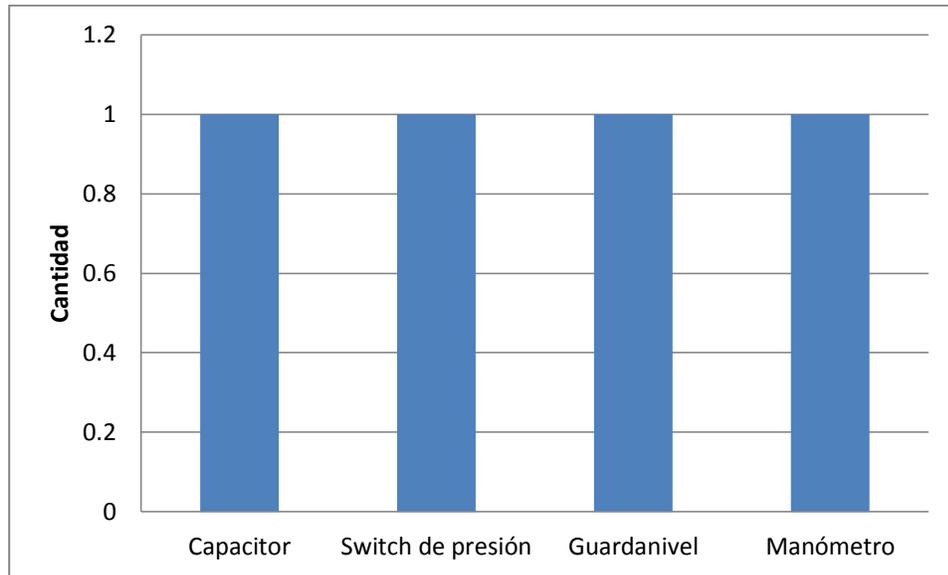
Figura 18. **Tiempo promedio de actividades de mantenimiento preventivo actual**



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la toma de tiempos se identificaron actividades de trabajos imprevistos, tales como el remplazo de accesorios deficientes y búsqueda de tomacorriente para conexión del compresor que produjeron tiempos altos de 25, 20 y 15 minutos. Estos tiempos se optimizarán con un mejor procedimiento de las actividades a realizar y la determinación de la explosión de materiales que se utilizan para evitar los retrasos identificados previamente, a continuación se grafican los recursos utilizados en los servicios de mantenimiento preventivo.

Figura 19. **Recursos utilizados en mantenimiento preventivo actual**



Fuente: elaboración propia.

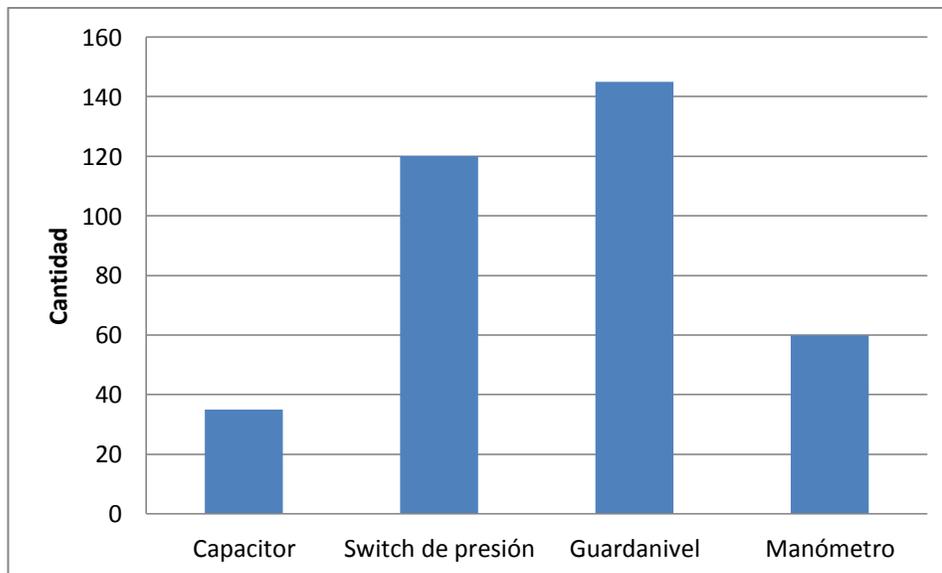
Como consecuencia de la inspección realizada se determinó que los principales accesorios que se utilizaron son:

- El manómetro debido a que maneja presiones de agua muy altas y dejan de ser exactos en la medición y en otras ocasiones se encontraron quebrados, por lo que se recomienda cambiarlos, ya que indican el ciclo de trabajo que debe tener la bomba de agua.
- El guardanivel es importante debido a que es un dispositivo eléctrico que protege a la bomba de trabajar sin agua, cuando el cisterna no contenga este recurso, y de apagones eléctricos que pueden llegar a quemar la bomba por la alta descarga eléctrica cuando se reanuda el sistema eléctrico; por lo tanto se recomienda remplazarlo debido a que trabajan en agua y puede que los electrodos que se encuentran almacenados en el

guardanivel se quedan pegados por tener contacto con agua o se hallen quemados por los apagones eléctricos.

- El capacitor de arranque es un dispositivo eléctrico que almacena energía reduciendo el consumo de corriente eléctrica cada vez que se encienda la bomba, este accesorio se reemplazó porque se encontró quemado debido al sobrecalentamiento por el constante encendido del motor por fallas del sistema de bombeo y el *switch* de presión, que es una terminal eléctrica donde se calibra el ciclo de trabajo de la bomba para el encendido y apagado luego de establecer el intervalo de presiones que generará la bomba, su remplazo se dio debido a que sus terminales eléctricas se encontraron pegadas con sarro por falta de limpieza y la continua conexión eléctrica al igual que el capacitor de arranque.

Figura 20. **Costo de recursos utilizados en mantenimiento preventivo actual**



Fuente: elaboración propia.

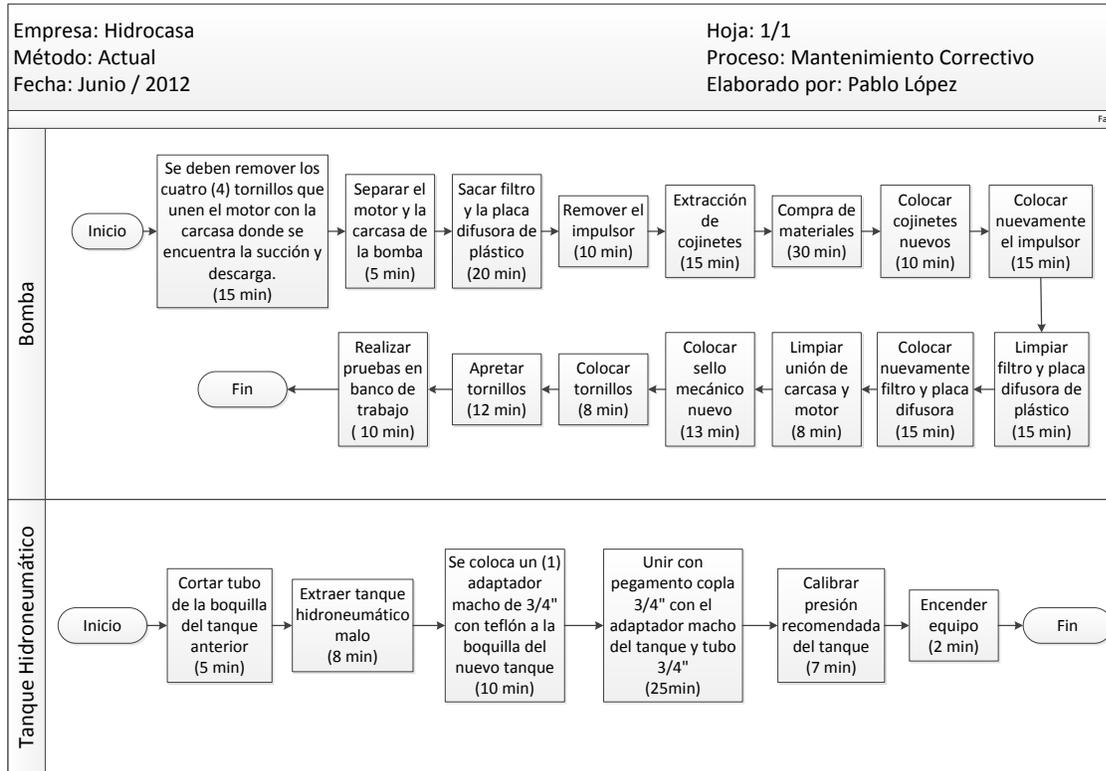
En la figura 20 se establece que los recursos que generan más costo son el guarda nivel y el *switch* de presión debido a que son dispositivos eléctricos que tienen diversas funciones como proteger el equipo de bombeo, trabajo constante y maneja diferentes corrientes de energía eléctrica para el funcionamiento de la bomba por lo tanto se deberá de tomar en cuenta para las órdenes de compra de accesorios y la planificación de los nuevos procedimientos de los servicios de mantenimiento preventivo.

2.6.3. Costos y tiempo de mantenimiento correctivo

Este servicio consiste en reparar alguna pieza de la bomba y/o del tanque hidroneumático lo que implica extraer el equipo de bombeo para su revisión y reparación en el banco de trabajo de la bodega de la empresa. Hidrocasa recomienda a los clientes la realización del mantenimiento preventivo para evitar estos inconvenientes. La principal causa identificada de este servicio es la falta de mantenimiento a los equipos debido a que se encontraron en pésimas condiciones por no haber realizado nunca un servicio preventivo al equipo de bombeo.

Para la elaboración del diagrama de mantenimiento correctivo se tomó la decisión de unificar todos los procesos de los mantenimientos correctivos debido a que consisten en varias fases por las causas presentadas durante el periodo de observación. Se determinó que existen varios mantenimientos correctivos que se realizan a la bomba y tanque hidroneumático siendo estos: el reemplazo de cojinetes, sello mecánico, limpieza de difusor y extracción de tanque defectuoso.

Figura 21. Diagrama actual de mantenimiento correctivo



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la observación se identificaron las actividades más importantes del mantenimiento correctivo. Estas fases y procesos se mejoraran en la sección 3.2.1. A continuación se presenta un resumen de los tiempos y actividades del diagrama elaborado en la tabla XIV.

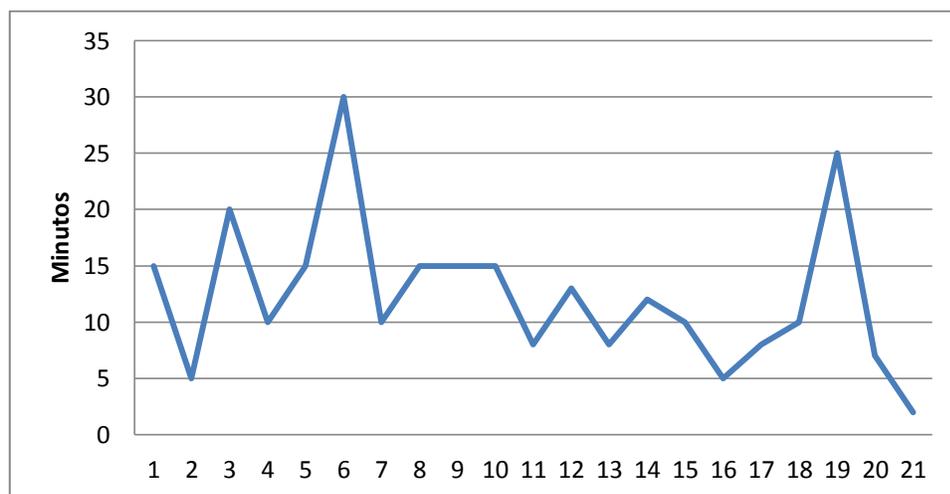
Tabla XIV. **Resumen diagrama actual de mantenimiento correctivo**

Símbolo	Repetición	Tiempo
 Operación	21	87 minutos
 Decisión	0	0 minutos
Total	21	87 minutos

Fuente: elaboración propia.

En la XIV se determinó un total de 21 actividades con tiempo promedio de 258 minutos de duración. Se identificó demora por compras de accesorios por faltantes en bodega por lo tanto se tomarán en cuenta en los procesos de las órdenes de compra para evitar este retraso. A continuación se presenta la gráfica sobre los tiempos promedios de las actividades.

Figura 22. **Tiempo promedio de mantenimiento correctivo actual**

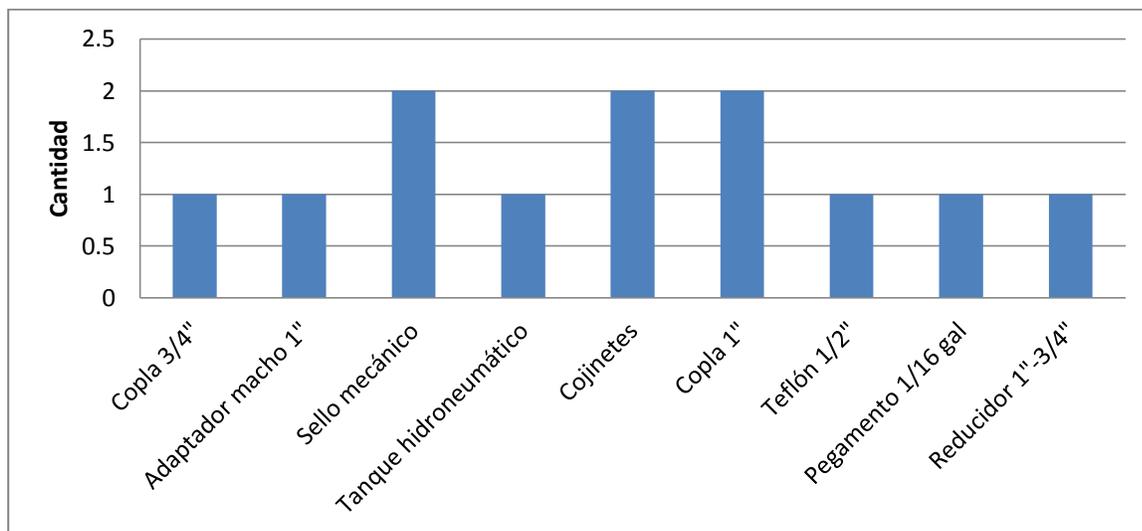


Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 22, los tiempos más altos se dan en la compra de materiales como los cojinetes, sello mecánico y situar el nuevo tanque hidroneumático por lo tanto se tomarán en cuenta estos materiales para las órdenes de compra. En el remplazo del tanque hidroneumático no se tomaron las actividades como la inspección del tanque hidroneumático para determinar que esta defectuoso y el transporte del nuevo tanque al lugar donde se realiza el servicio, únicamente se tomó la extracción y la colocación del nuevo equipo.

Se determinó que los tiempos de limpieza de inyectores y sello mecánico son parecidos, debido a que cuando se realiza un mantenimiento correctivo se recomienda realizar el cambio de todos estos accesorios para obtener un mejor rendimiento, evitando fallas por alguna pieza que no se remplazó afectando el funcionamiento de la bomba de agua. A continuación se muestran los recursos utilizados en los servicios de mantenimiento correctivo (ver figura 23).

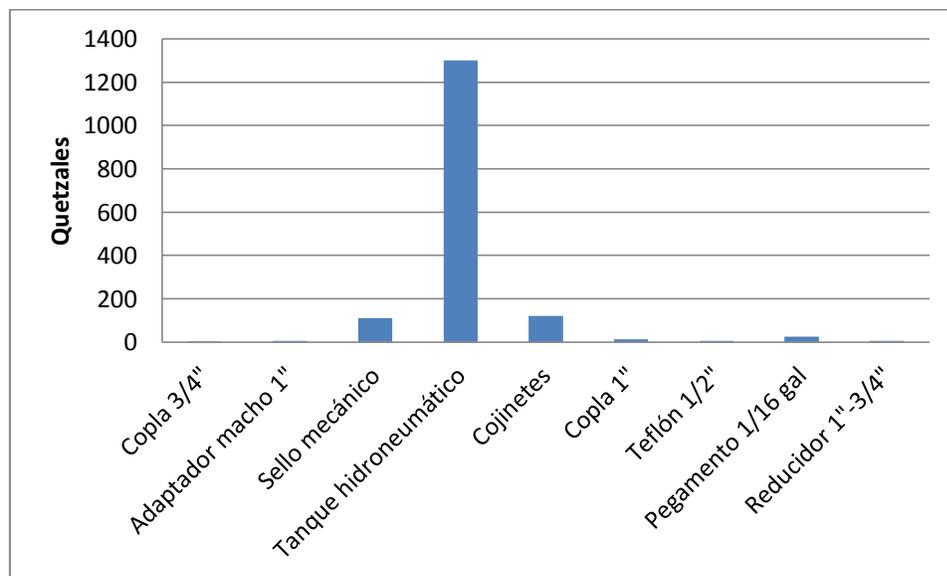
Figura 23. **Recursos utilizados en mantenimiento correctivo actual**



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la observación se infiere que los recursos utilizados en los mantenimientos correctivos fueron el sello mecánico y cojinetes debido a pequeñas piedras, basura y/o algún otro tipo de contaminante que trae el agua potable que hace que la bomba no genere presión de agua hacia la residencia. La instalación de un nuevo tanque hidroneumático cuando ha cumplido su vida útil, o no ha sido sometido a un mantenimiento preventivo, provocando que el diafragma o la membrana que contiene aire se reviente por la falta de presión de aire adecuada y/o por algún agente contaminante que se encuentre en el agua como piedras, esquirlas de óxido de las paredes del tanque y cualquier otro objeto cortante. También se toman en cuenta los accesorios PVC utilizados para la planificación de los mantenimientos preventivos y las órdenes de compra de estos, a continuación se presentan los costos generados por el mantenimiento correctivo.

Figura 24. **Costo de recursos utilizados en mantenimiento correctivo actual**



Fuente: elaboración propia.

Se observa que el remplazo de un nuevo tanque hidroneumático es el costo más alto debido a los repuestos escasos, y los recursos que se sustituyen con más frecuencia tienen un valor menor que se optimizarán en el proceso de las órdenes de compra de accesorios y materiales.

2.6.4. Costos de transporte y maquinaria

Durante la observación realizada se determinó que no existe una planificación de los servicios de mantenimiento para el transporte y maquinaria por lo tanto se recopiló información mediante el registro de facturas de los servicios que se realizaron de forma aleatoria describiendo a continuación los costos promedios en las tablas XV y XVI.

Tabla XV. **Costo promedio de mantenimiento menor por cada vehículo**

Servicio	Precio
Aceite	Q. 180,00
Filtro de aire	Q. 60,00
Filtro de aceite	Q. 40,00
Total	Q. 280,00

Fuente: elaboración propia.

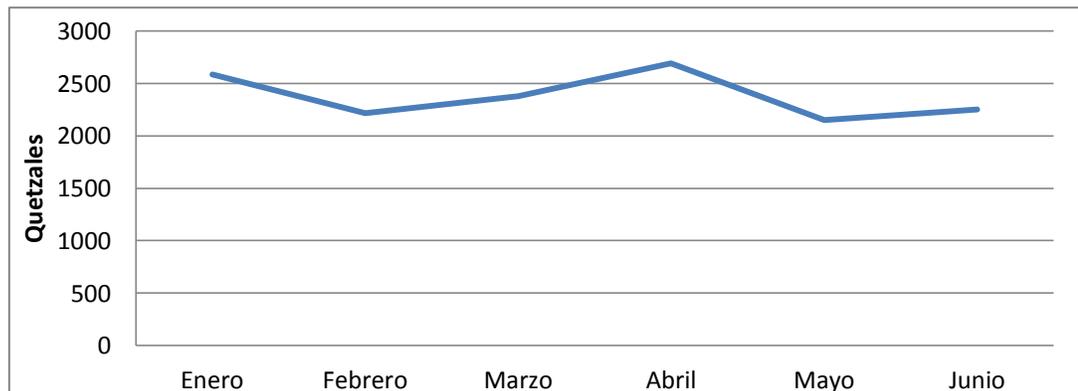
Tabla XVI. **Costo promedio de servicio de mantenimiento por compresor**

Servicio	Precio
Aceite	Q. 30,00
Faja	Q. 40,00
Manómetro	Q. 60,00
Control eléctrico	Q. 80,00
Manguera	Q. 40,00
Total	Q. 250,00

Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la observación realizada se tomaron como base estos precios para la planificación de los servicios de mantenimiento tomando en cuenta el costo promedio que generará realizar estos servicios. A continuación se presentan los costos generados por compra de gasolina y por mantenimientos del transporte y maquinaria de los primeros seis meses del año 2012.

Figura 25. **Costo de transporte y maquinaria**



Fuente: elaboración propia

En la gráfica se observa dos puntos altos de costo teniendo en el mes de enero un total de Q. 2 585,00 debido a que se realiza el mantenimiento preventivo del compresor. En el mes de abril se tiene un costo de Q. 2 690,00, que eleva el consumo de gasolina debido al aumento de servicios por el periodo de vacaciones en lugares fuera de la ciudad de Guatemala. En esta oportunidad se aprovecha el descanso de Semana Santa para realizar el mantenimiento preventivo a los automóviles sin afectar la planificación de trabajo que se tiene. Como en todos los meses se tienen imprevistos en la maquinaria y transporte, se contemplará realizar un fondo monetario donde se tratará de cubrir las causas identificadas anteriormente.

3. PROPUESTA DE DIAGRAMAS DE PROCESOS DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE BOMBEO RESIDENCIAL

3.1. Diagrama de flujo de proceso de diseño de instalación de equipos de bombeo

Para la optimización de los procesos de instalación de equipos de bombeo fue necesaria la eliminación de demoras identificadas, como los tiempos utilizados en las compras de accesorios faltantes, además de mejorar los procedimientos de instalación realizadas durante el servicio. Para la disminución de tiempos y el uso excesivo de accesorios se propondrán diagramas de flujo de proceso para la optimización de recursos, costos y tiempos basándose en el diagrama de instalación de la situación actual presentado en el capítulo 2.

3.1.1. Estudio de caudal de agua potable en residencias

Este segmento servirá como guía para saber el promedio de caudal que necesita cada equipo doméstico en las residencias. Los datos presentados en la siguiente tabla fueron extraídos de diferentes manuales de los dispositivos utilizados generalmente en las casas. A continuación se presenta el promedio de galones por minuto que se necesitan para su funcionamiento:

Tabla XVII. **Requerimientos en galones por minuto de electrodomésticos**

Figura	Artículo	Galones	Figura	Artículo	Galones
	Platos lavados a mano	10-20 galones		Lavadora	30-32 galones por carga
	Lavaplatos	25 galones por carga		Pila	20 galones
	Lavar manos, cepillar dientes	10-20 galones		Manguera	300 galones por hora
	Baño	5 galones por tirada		Ducha	6-10 a 30-60 galones por minuto

Fuente: elaboración propia.

Se realiza una inspección a la residencia para contar con cuantos dispositivos posee para poder determinar el promedio de demanda de galones por minuto que se necesita. El resultado de la recopilación de información sobre los caudales requeridos se toma como base para poder seleccionar el equipo de bombeo que cumpla con las exigencias del caudal requerido para su adecuado abastecimiento.

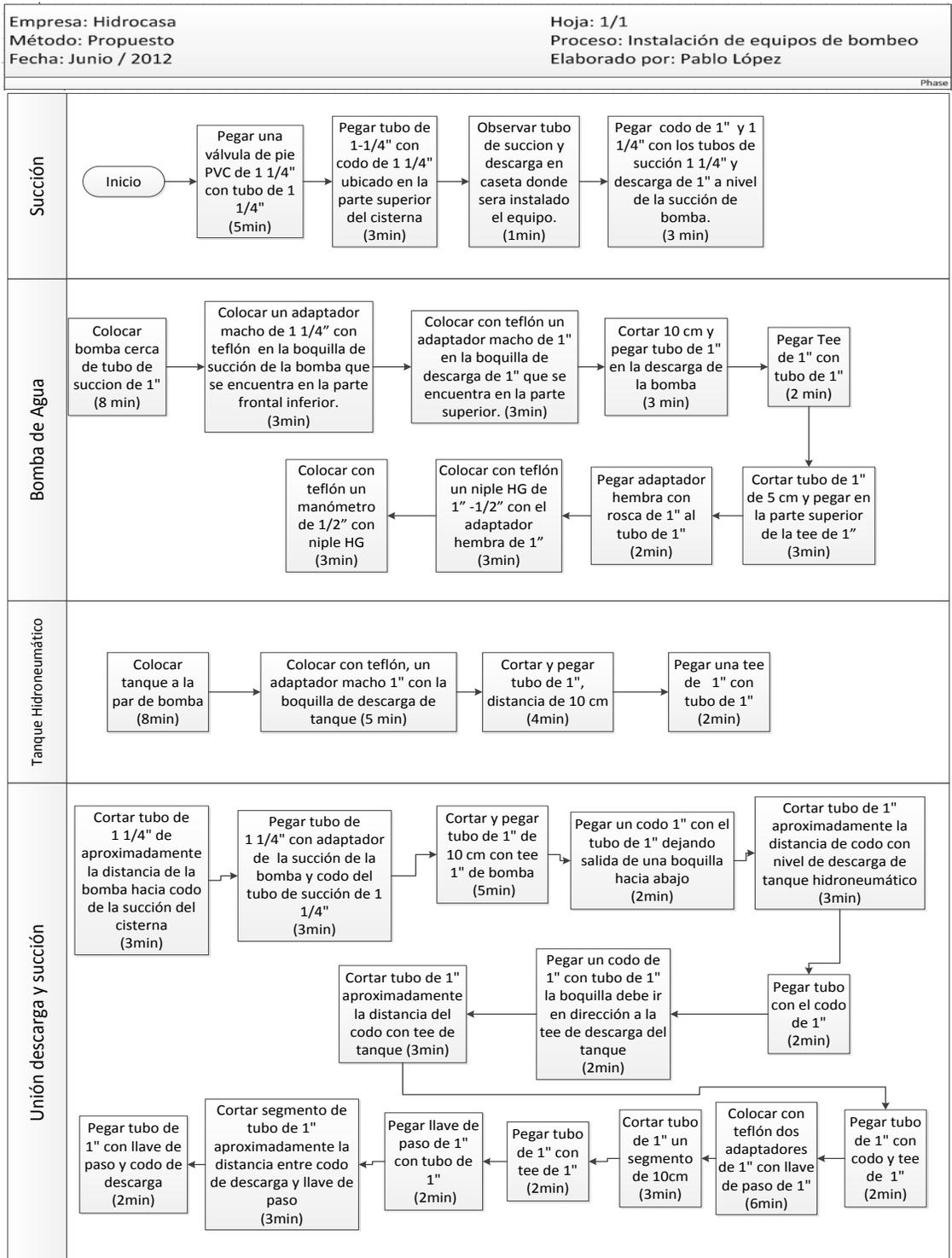
3.1.2. Implementación de nuevo proceso de instalación de equipo de bombeo en residencias y/o empresas industriales

La propuesta de diagramas de flujo de proceso para la instalación de equipos de bombeo surge de inconvenientes presentados en las operaciones de la empresa como lo son: tiempos prolongados, cuantiosos recursos utilizados, que generan altos costos de operación, debido a una mala planificación, por lo tanto se realizará esta herramienta de ingeniería para optimizar recursos, tiempos, costos e implementar una mejora continua en los procedimientos de instalación. Se tomaron como base los manuales, los diagramas elaborados de instalación actual descritos en el capítulo anterior, la opinión experta del técnico y la supervisión en las obras terminadas.

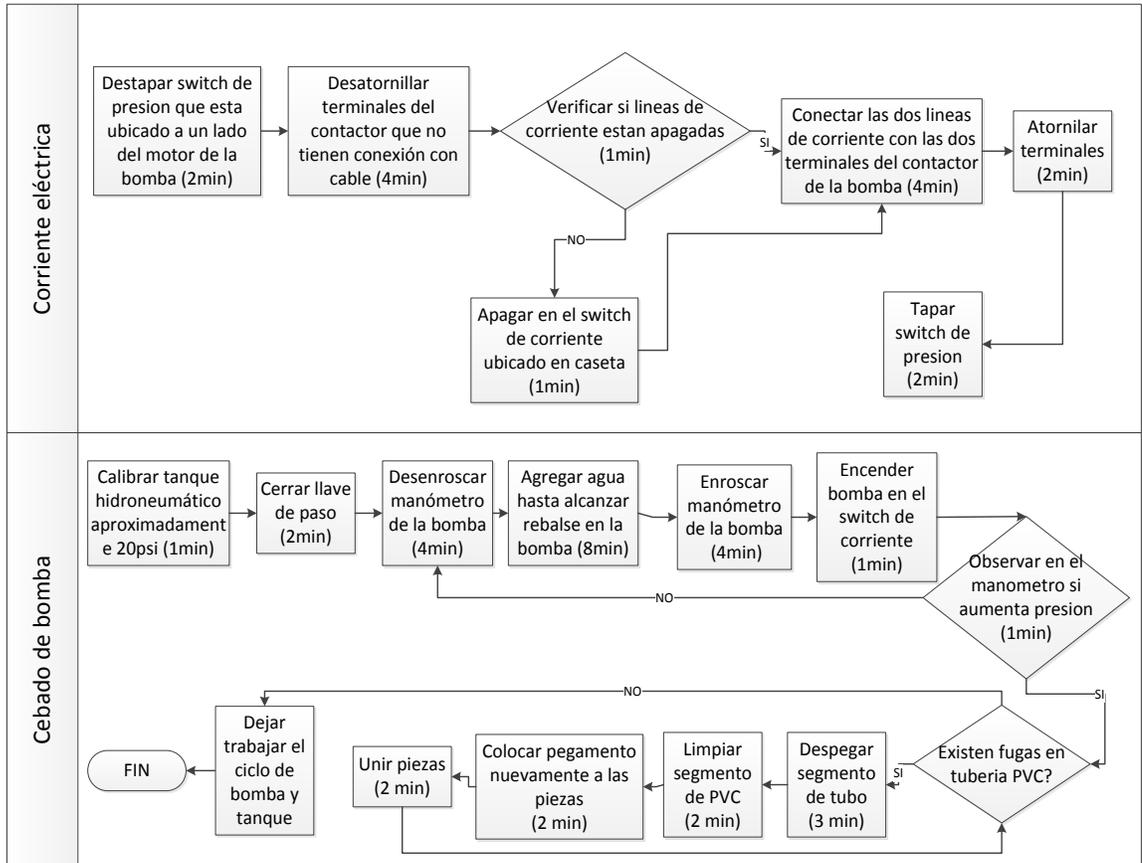
Se elaboró un solo documento debido a que las medidas de las boquillas de las bombas y tanques son estándares para todos, como habíamos mencionado en el capítulo anterior. El diagrama presentado a continuación tiene mejoras como: la eliminación de tiempos en compras de accesorios faltantes, implementación de controles, un mejor ordenamiento en el procedimiento de instalación, reducción de tiempos de distracción del personal y se tomaron factores como la previsión de fatiga y algún inconveniente al azar que se presente en la instalación del equipo comparando todos estos elementos en la sección 3.4.

A continuación se presenta el diagrama de flujo de proceso de instalación para los diferentes tipos de equipos existentes (ver figura 26).

Figura 26. Diagrama propuesto de instalación de equipos de bombeo



Continuación de la figura 26.



Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Establecimiento de la demanda de accesorios a utilizar en la instalación de equipos de bombeo

En el diagrama propuesto, que describe las actividades a realizar en el procedimiento de instalación de equipos de bombeo residencial, se establecen los accesorios y materiales básicos requeridos en la ejecución del servicio.

Tabla XVIII. **Explosión de materiales resultado de la optimización del proceso propuesto de instalación**

Accesorio	Medida	Cantidad
Teflón	1/2"	1
Pegamento	1/16 galón	1
Válvula de pie	1"	1
Adaptador macho	1 1/4"	1
Reducidor	1 1/4"-1"	1
Tubo	1"	1
Copla	1"	1
Codo	1"	1
Codo	3/4"	3
Niple HG	3/4"	1
Manómetro	1/2"	1
Adaptador macho	1"	1
Reducidor	1"-3/4"	1
Adaptador macho	3/4"	3
Tee	3/4"	2
Tubo	3/4"	1
Llave de paso	3/4"	1
	Total	22

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XVIII se estableció la explosión de materiales que se utilizan en el proceso de instalación de un equipo de bombeo logrando la disminución de accesorios, costos, tiempos y compras de algún accesorio faltante, así como un mejor control sobre estos en los servicios. Esta información será valiosa para la propuesta de un programa de compras, que en el capítulo 4 se describirá. Esta información se compara más adelante en la sección 3.4 de análisis de resultados.

3.1.4. Establecimiento de tiempos promedios de entrega de equipos de bombeo

Se muestran en la tabla XIX, de forma resumida, los tiempos promedios de las actividades de instalación de los equipos de bombeo.

Tabla XIX. **Resumen de diagrama propuesto de instalación de equipos de bombeo**

Símbolo	Repetición	Tiempo
 Operación	45	137 minutos
 Decisión	2	2 minutos
Total	47	139 minutos

Fuente: elaboración propia.

Se estableció que el tiempo promedio total de las actividades del nuevo procedimiento de instalación es de 139 minutos, más adelante se tomarán los factores de Westinghouse y los suplementos para determinar el tiempo estándar del proceso total considerando los factores como la fatiga del personal y/o algún otro inconveniente que se pueda presentar en la prestación del servicio.

3.2. Diagrama de flujo de proceso de mantenimiento preventivo y/o correctivo para cada tipo de equipo de bombeo residencial

Se procederá a elaborar diagramas de flujo para los mantenimientos, haciendo énfasis en tiempos y recursos que lleva realizar estos servicios en la empresa. Los diagramas presentados tendrán información general de las actividades a realizar no se detallarán. Se tomarán las actividades más importantes que deben emplearse en los servicios de mantenimiento correctivo y/o preventivo.

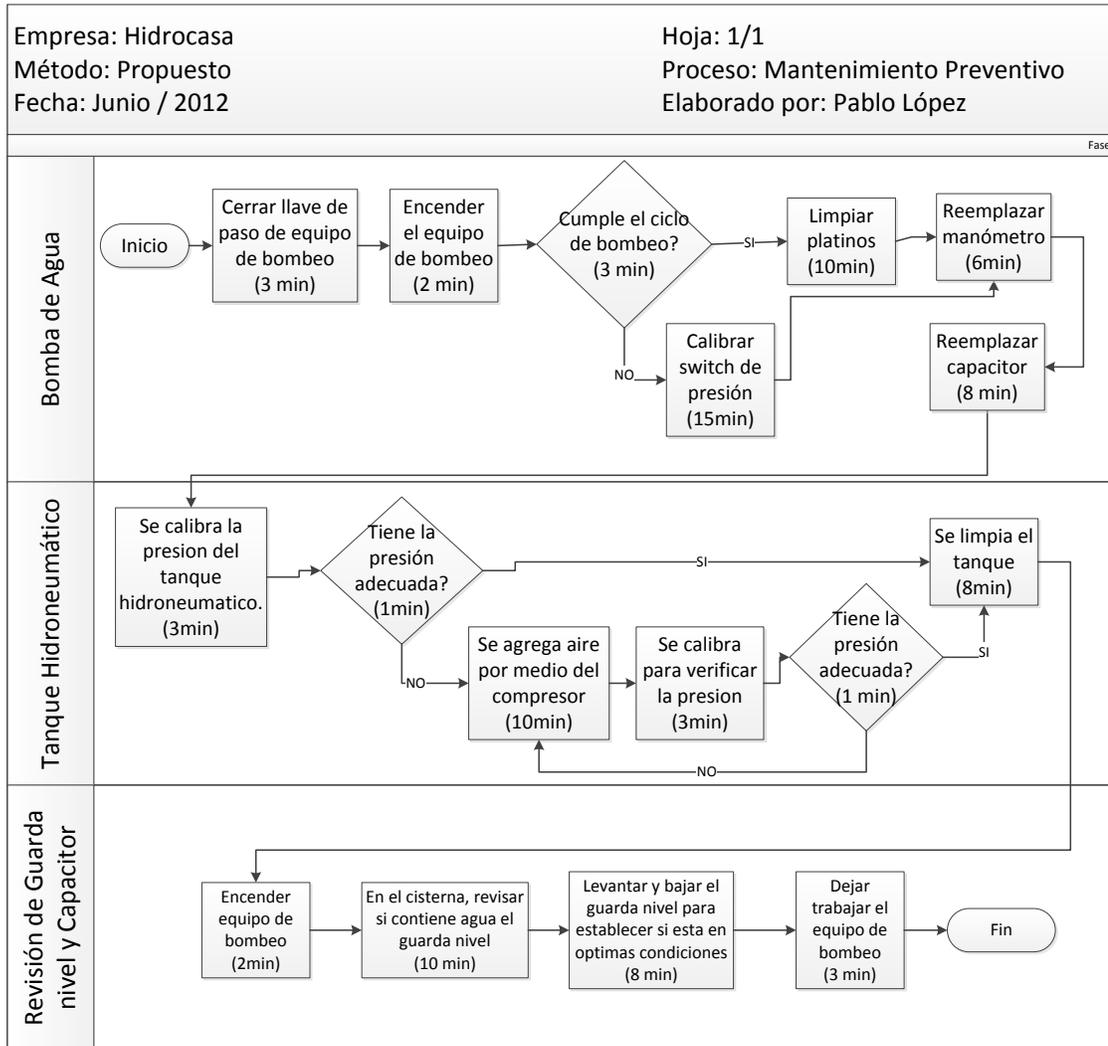
3.2.1. Implementación de diagrama de proceso de mantenimiento preventivo y/o correctivo

Para elaborar este diagrama, se tomó como ayuda, la asesoría de los técnicos y el gerente general, como se realizó anteriormente en la elaboración del diagrama de instalación de equipos de bombeo. Se realizarán dos diagramas, uno para el mantenimiento preventivo y otro para el mantenimiento correctivo. Se presentarán solamente dos diagramas, ya que el procedimiento de servicio es similar en cualquier tipo de equipo de bombeo.

Los diagramas presentados, detallarán de una forma general las actividades a realizar en los servicios de mantenimientos a los equipos, debido a que ciertas actividades se deben realizar bajo criterios de los técnicos y del gerente general.

A continuación se presenta el diagrama del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de bombeo residencial (ver figura 27).

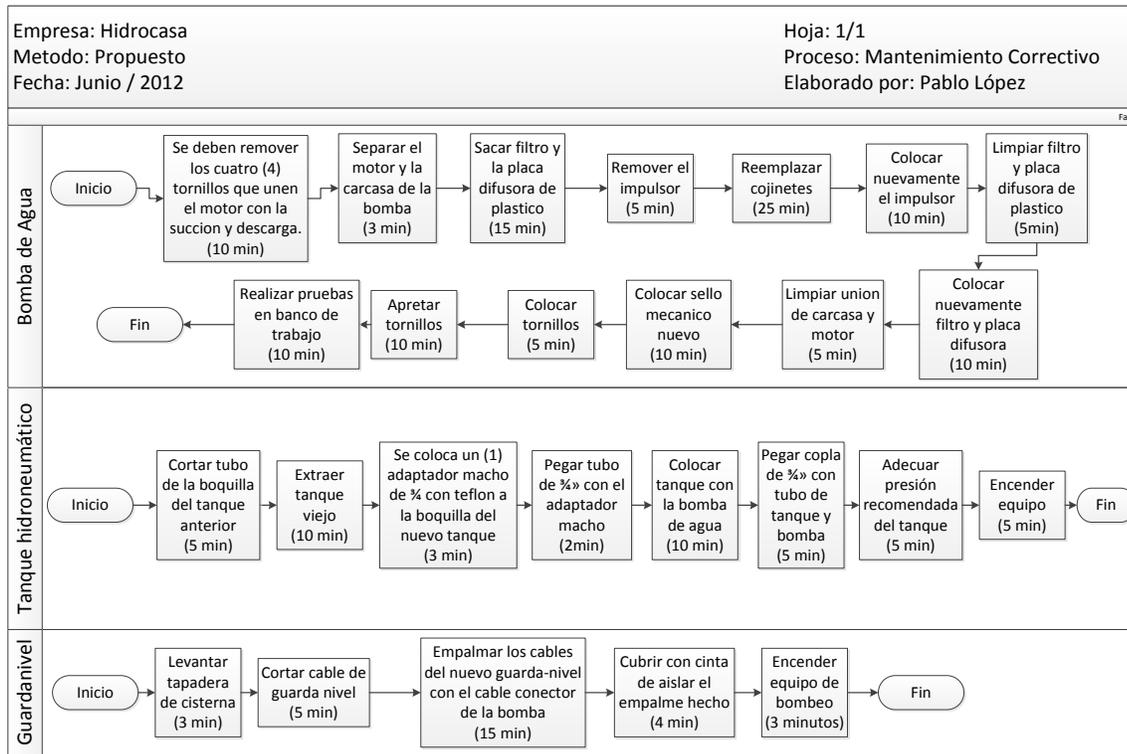
Figura 27. Diagrama propuesto de proceso de mantenimiento preventivo



Fuente: elaboración propia.

Se representaron las actividades más importantes con sus tiempos y recursos a utilizar en la realización del mantenimiento preventivo de cualquier tipo de equipo de bomba y tanque hidroneumático.

Figura 28. Diagrama propuesto de proceso de mantenimiento correctivo



Fuente: elaboración propia.

En este diagrama, de igual forma, únicamente se muestran las actividades más importantes donde se utilizan los recursos más significativos. Se elaboraron dos diagramas para la bomba y para el tanque ya que son dos mantenimientos diferentes. Existen actividades específicas que son dependientes del criterio que tenga el técnico como por ejemplo: reemplazar una pieza o no, selección de herramienta, forma de desmontaje y/o cualquier otro evento que ayude a realizar el mantenimiento.

3.2.2. Establecimiento de la demanda de accesorios y repuestos a utilizar en mantenimiento preventivo y/o correctivo de equipos de bombeo

Con el diagrama propuesto se tomaron los accesorios y materiales necesarios en la realización de los servicios de mantenimientos. Tomar en cuenta que hay veces en que no se utilizarán todos los accesorios y materiales que se describen en el resumen de los recursos, esto es debido a que son muy pocas las probabilidades de utilizar todos.

Tabla XX. **Recursos utilizados en diagrama propuesto de mantenimiento preventivo**

Accesorio	Cantidad
Manómetro	1
Capacitor	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Recursos utilizados en diagrama propuesto de mantenimiento correctivo**

Accesorio	Medida	Cantidad
Cojinetes	N/A	2
Sello mecánico	N/A	2
Teflón	1/2"	1
Pegamento	1/32 gal	1
Adaptador macho	1"	1
Copla	1"	3
Cinta de aislar	3/4"	1
Guarda nivel	N/A	1
Tanque Hidroneumático	N/A	1
	Total	11

Fuente: elaboración propia.

Se deben tomar en cuenta todos estos accesorios para las órdenes de compra, inventario y en la planeación de los servicios de mantenimiento para definir un *stock* de seguridad evitando faltantes de accesorios y/o materiales en la realización del servicio. En la mayoría de servicios realizados no se utilizarán algunos accesorios debido a que pueden estar en condiciones óptimas que estarán sujetas al criterio del técnico para decidir si es necesario reemplazarlos.

3.2.3. Establecer tiempos promedios de entrega de equipo

Se detallarán en forma resumida los tiempos promedios que tendrán de duración los servicios de mantenimientos. A continuación se presenta un resumen del número de actividades y tiempo promedio de duración de los nuevos procesos de mantenimiento.

Tabla XXII. **Resumen diagrama propuesto de mantenimiento preventivo de equipos de bombeo**

Símbolo	Repetición	Tiempo
 Operación	14	91 minutos
 Decisión	3	5 minutos
Tiempo total	17	96 minutos

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Resumen diagrama propuesto de mantenimiento correctivo de equipos de bombeo**

Símbolo	Repetición	Tiempo
 Operación	25	188 minutos
 Decisión	0	0 minutos
Tiempo total	25	188 minutos

Fuente: elaboración propia.

Para el mantenimiento preventivo se obtuvo un tiempo promedio de 96 minutos (1,58 horas) y para el mantenimiento correctivo fue de 188 minutos (3,13 horas). En el servicio correctivo se tomó solamente el tiempo de duración en el banco de trabajo, dejando a un lado los factores de reinstalación y desinstalación de la bomba y transporte del equipo de bombeo. Estos nuevos tiempos se comparan en la sección 3.4 para poder determinar el porcentaje de reducción de tiempos en los mantenimientos.

3.3. Costos y tiempos de instalación y mantenimientos de equipos con base en diseños propuestos

En este segmento se describirán los costos de la explosión de materiales y los tiempos de instalación y mantenimientos establecidos en los diagramas propuestos. Se utilizaron como base las tablas Westinghouse para obtener el tiempo estándar de duración de cada servicio que presta la empresa.

3.3.1. Costo y tiempo de entrega de instalación de equipos de bombeo

Para obtener el tiempo estándar de instalación se tomaron como referencia las tablas Westinghouse (ver anexos) debido a que cuenta con factores como la fatiga del personal, la monotonía de los servicios, factores de higiene y/o algún otro tipo de inconveniente imprevisto en la obra para prevenir cualquier retraso.

Tomando como referencia las tablas descritas, se seleccionan los siguientes valores para determinar el tiempo estándar de instalación de los equipos de bombeo (ver tabla XIV).

Tabla XXIV. **Tiempo estándar de instalación de equipo de bombeo**

Factor	Escala	Porcentaje
Habilidad	C2	3 %
Esfuerzo	C2	2 %
Consistencia	C	2 %
Condiciones	C	1 %
	Total F	8 %
Suplementos	C2	2 %
Tiempo promedio	T. Normal = T.P. *(1+F)	TS = 1 (1+S)
TP = 139 min	TN = 139*(1+0,08)	TS = 150,12*(1,02)
TP = 139 min	TN = 150,12 min	TS =153,12 min

Fuente: elaboración propia.

Se determinó que el tiempo estándar es de 153 minutos donde se obtuvo un rango máximo de tolerancia de 14 minutos, es decir que puede entregarse la obra después del tiempo promedio que es de 139 minutos si en dado caso se presentara alguna causa al azar durante el proceso de instalación. Se utilizaron estos factores como protección a retrasos inevitables y evitables presentados durante la ejecución de la instalación.

Para obtener el resultado de los costos de instalación, se tomó la explosión de materiales establecidos en el proceso propuesto y el promedio de precios registrados en las facturas documentadas. A continuación se presenta una tabla de costos de cada recurso utilizado en el proceso de instalación ver tabla XXV).

Tabla XXV. **Tabla de costos unitarios de recursos utilizados en diagrama de instalación**

Accesorio	Total
Teflón 1/2"	Q. 2,00
Pegamento 1/16" gal	Q. 28,00
Válvula de pie 1 1/4"	Q. 70,00
Adaptador macho 1 1/4"	Q. 6,00
Codo 1 1/4"	Q. 5,00
Tubo 1"	Q. 25,00
Codo 1"	Q. 9,00
Niple HG 1-1/2"	Q. 8,00
Manómetro 1/2"	Q. 65,00
Adaptador macho 1"	Q. 12,00
Tee 1"	Q. 4,00
Tubo 1 1/4"	Q. 23,00
Llave de paso 3/4"	Q. 30,00
Total	Q. 287,00

Fuente: elaboración propia.

De la suma de todos los costos se obtuvo un total de Q. 287,00, se debe tomar en cuenta que los precios utilizados son un promedio del registro de las facturas. El costo total del nuevo procedimiento se compara en la sección 3.4 con los costos de la situación actual.

3.3.2. Costo y tiempos de entrega de mantenimiento preventivo de equipo de bombeo

Para obtener el tiempo estándar de los mantenimientos se eligieron los mismos factores que anteriormente se seleccionaron para establecer el tiempo estándar de cada mantenimiento. A continuación se presenta la tabla XXVI.

Tabla XXVI. **Tiempo estándar de mantenimiento preventivo**

Factor	Escala	Porcentaje
Habilidad	C2	0,03
Esfuerzo	C2	0,02
Consistencia	C	0,02
Condiciones	C	0,01
	Total	0,08
Suplementos	C2	0,02
Tiempo promedio	T. Normal = T.P. *(1+F)	TS = 1 (1+S)
TP = 96 min	TN = 96 * (1+0,08)	TS = 103,68 * (1,02)
TP= 96 min	TN = 103,68 min	TS = 105,75 min

Fuente: elaboración propia.

Se estableció un tiempo promedio de 96 minutos y un tiempo estándar de 106 minutos, este intervalo de duración de 10 minutos servirá para establecer una tolerancia de aceptación debido a causas que puedan llegar a afectar el proceso del mantenimiento preventivo.

Para los costos, se elaboró una tabla con los costos promedios de las compras efectuadas anteriormente.

Tabla XXVII. **Tabla de costos unitarios de recursos utilizados en diagrama propuesto de mantenimiento preventivo**

Accesorio	Total
Manómetro 1/2"	Q. 55,00
Capacitor	Q. 35,00
Total	Q. 90,00

Fuente: elaboración propia.

En este servicio de mantenimiento preventivo se generan solamente dos costos en materiales, siendo el manómetro de ½ pulgada y el capacitor de arranque, logrando reducir el costo y utilización de materiales en este servicio.

3.3.3. Costo y tiempos de entrega de mantenimiento correctivo de equipo de bombeo

En la tabla XXVIII se establece el tiempo estándar, de la misma manera que se trabajó el tiempo estándar del mantenimiento preventivo.

Tabla XXVIII. **Tiempo estándar de mantenimiento correctivo**

Factor	Escala	Porcentaje
Habilidad	C2	0,03
Esfuerzo	C2	0,02
Consistencia	C	0,02
Condiciones	C	0,01
	Total	0,08
Suplementos	C2	0,02
Tiempo promedio	T Normal = TP *(1+F)	TS = 1 (1+S)
TP = 188 min	TN = 188 * (1+0,08)	TS = 203,04 * (1,02)
TP = 188 min	TN = 203,04 min	TS = 207,10 min

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo un tiempo promedio de 188 minutos y un tiempo estándar de 207 minutos excluyendo la fase de desinstalación y reinstalación de la bomba de agua y el transporte del nuevo equipo de bombeo. Para el tanque hidroneumático se contempla el tiempo de reinstalación y extracción del tanque antiguo y del guarda nivel. Se utiliza la diferencia del tiempo promedio y tiempo estándar como tolerancia de seguridad por si surge algún inconveniente en el proceso del servicio.

En la tabla XXIV se muestran los costos de cada recurso utilizado en el diagrama de mantenimiento correctivo, que son tomados del promedio de las compras realizadas anteriormente.

Tabla XXIX. **Tabla de costos unitarios de recursos utilizados en diagrama propuesto de mantenimiento correctivo**

Materiales	Total
Cojinetes	Q. 120,00
Sello mecánico	Q. 100,00
Teflón 1/2"	Q. 5,00
Pegamento 1/32 gal	Q. 13,00
Adaptador macho 1"	Q. 2,00
Copla 1"	Q. 6,00
Cinta de aislar 3/4"	Q. 5,00
Guarda nivel	Q. 140,00
Tanque hidroneumático	Q. 1 300,00
Total	Q. 1 691,00

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que el costo más alto es el tanque hidroneumático, como se dijo anteriormente, y el guardanivel debido a que está hecho para aislar el agua del tanque cisterna evitando filtraciones de líquido dentro de los

electrodos que contiene el dispositivo y su función principal es de proteger al equipo de bombeo de las descargas eléctricas por apagones y de evitar que la bomba de agua trabaje en seco. Para los cojinetes y sellos mecánicos se eleva el costo, porque se adquiere más de un ítem de ellos.

3.4. Análisis de resultados

En el presente se realizará el análisis y comparación de los resultados obtenidos con los diferentes métodos propuestos, los mismos tienen como objeto la mejora del proceso y la optimización de tiempos.

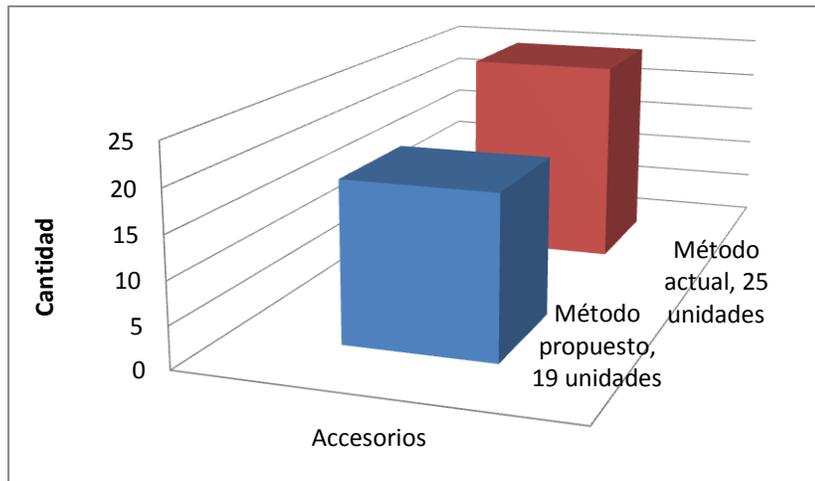
3.4.1. Comparación de situación actual con métodos propuestos

Se compararán los factores tiempo, costos y recursos utilizados en los servicios de instalación y mantenimientos. Se tomarán datos de un solo período de la situación actual de la empresa, debido a que los nuevos datos son una propuesta.

3.4.1.1. Recursos utilizados en instalación y mantenimientos

Se procederá a graficar la cantidad total de recursos utilizados actualmente con los métodos propuestos por los diagramas para la instalación, mantenimiento preventivo y correctivo, presentándose en la figura 29.

Figura 29. **Comparación de recursos en instalación de equipos de bombeo**

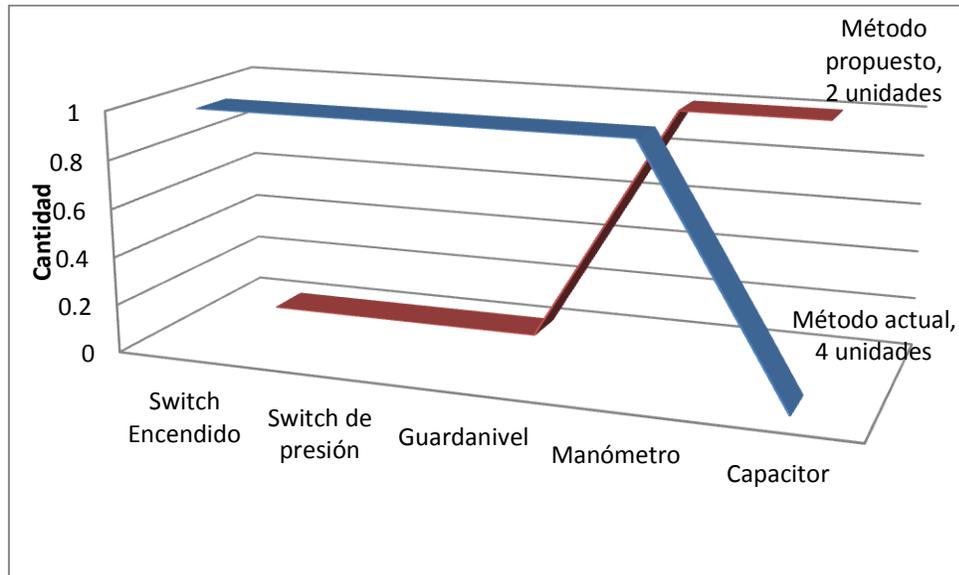


Fuente: elaboración propia.

En la gráfica mostrada en la figura 29 se observa un total de 19 accesorios utilizados en el proceso optimizado contra 25 accesorios que son utilizados actualmente. Esta reducción de 6 accesorios (24 por ciento) se logró debido al reemplazo de la cruz HG con una tee PVC, eliminando los tapones PVC que se utilizaban en la cruz y otros accesorios en la infraestructura de PVC, logrando reducir costos por la compra de estas piezas, esto se verá reflejado en la gráfica de comparación de costos de materiales descrita más adelante en esta sección.

A continuación se presenta la gráfica de recursos utilizados en mantenimiento preventivo de la situación actual y del método propuesto (ver figura 30).

Figura 30. **Comparación de recursos en mantenimiento preventivo**

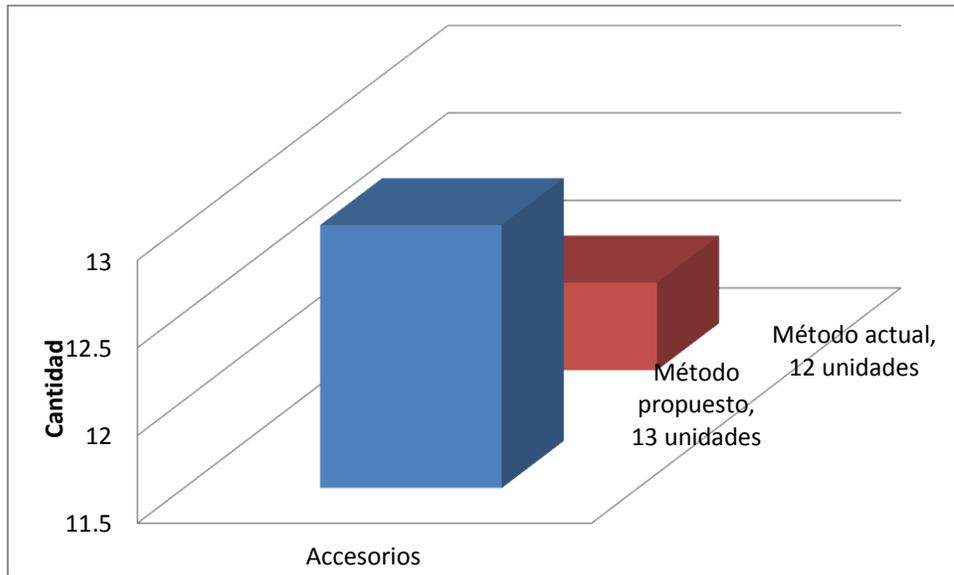


Fuente: elaboración propia.

Para el mantenimiento preventivo se propuso que los únicos dos materiales a reemplazar son el manómetro y el capacitor, debido a que son accesorios que se mantienen en constante actividad durante el funcionamiento de la bomba y del resultado de esta optimización se logró reducir la cantidad de materiales y costos de instalación. La sustitución de los demás accesorios queda sujeta a la aprobación del cliente, para reemplazar las piezas si se encontraran defectuosas en el momento del mantenimiento. Se propuso este tipo de reemplazo dado el alto costo que genera actualmente reemplazar todos los accesorios en un solo mantenimiento. En la gráfica se observa la reducción a solamente dos recursos, contra las cuatro unidades que actualmente se reemplazaban en un mantenimiento.

A continuación se presenta la gráfica de recursos utilizados en un mantenimiento correctivo (ver figura 31).

Figura 31. **Comparación de recursos en mantenimiento correctivo**



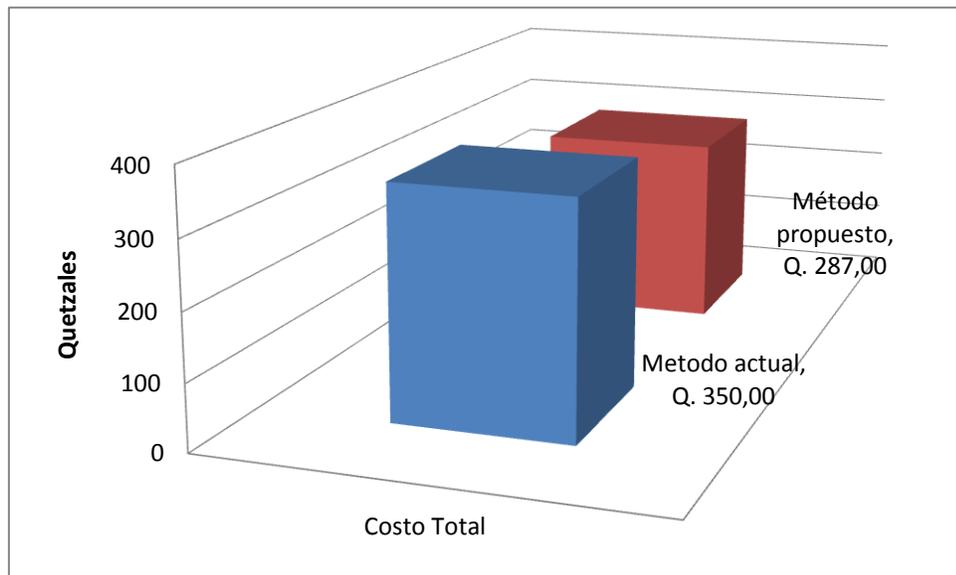
Fuente: elaboración propia.

En la propuesta del diagrama de mantenimiento correctivo se estableció el reemplazo de los recursos de sello mecánico, cojinetes y la limpieza de inyectores. El tanque hidroneumático y el guardanivel, quedan sujetos a la decisión del cliente de reemplazarlos pero se toma en cuenta para establecer un *stock* de seguridad en el inventario. A pesar de que el nuevo método tiene un ítem más que el método actual, este proceso se optimizó en cuanto a la utilización de recursos y el costo que se genera utilizando de una manera eficiente cada ítem en el mantenimiento correctivo.

3.4.1.2. Costos de instalación y mantenimientos

Se compara el total de costos generados por la utilización de los recursos, tanto del método actual, como del propuesto, para los servicios de instalación y mantenimientos que ofrece la empresa. A continuación se presenta la gráfica del total de costos de instalación.

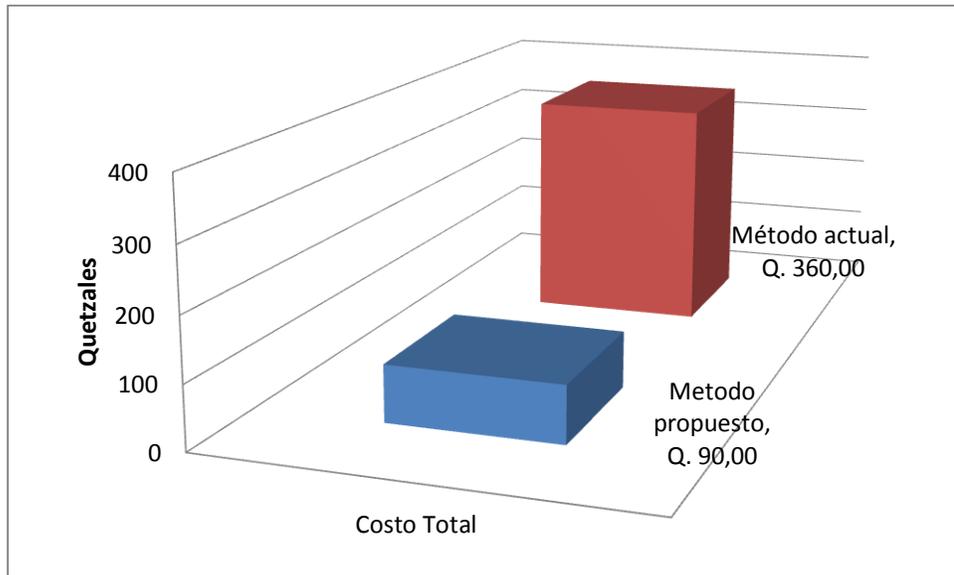
Figura 32. Comparación de costos en instalación de equipos



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la comparación de costos totales de instalación actual (Q. 350,00) y de la instalación propuesta (Q. 287,00) se obtuvo aproximadamente un 18 por ciento (Q. 63,00) de reducción de costos generados con la nueva optimización del proceso de instalación.

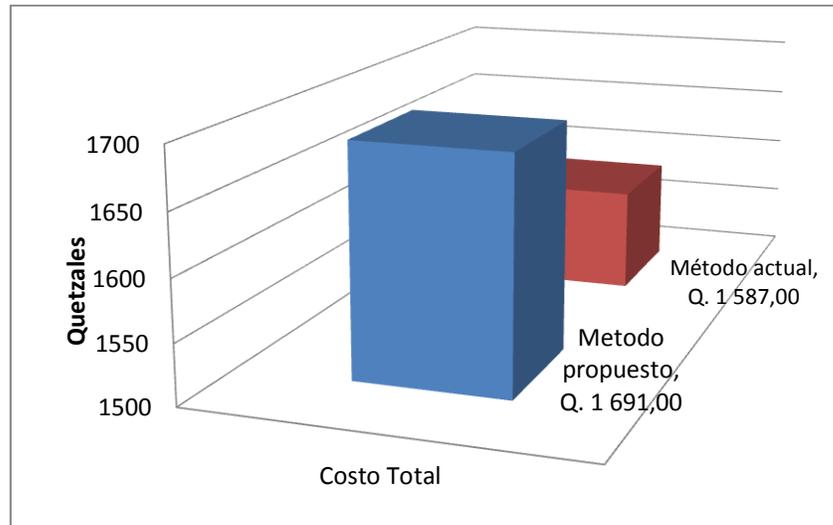
Figura 33. **Comparación de costos en mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la comparación entre el método actual (Q. 360,00) y el método propuesto (Q. 90,00) se redujo un 75 por ciento (Q. 270,00) debido a que se eliminó el cambio de guardanivel (mantenimiento correctivo). Se tomó esta decisión para evitar costos de transporte, compras y tiempo.

Figura 34. **Comparación de costos en mantenimiento correctivo**



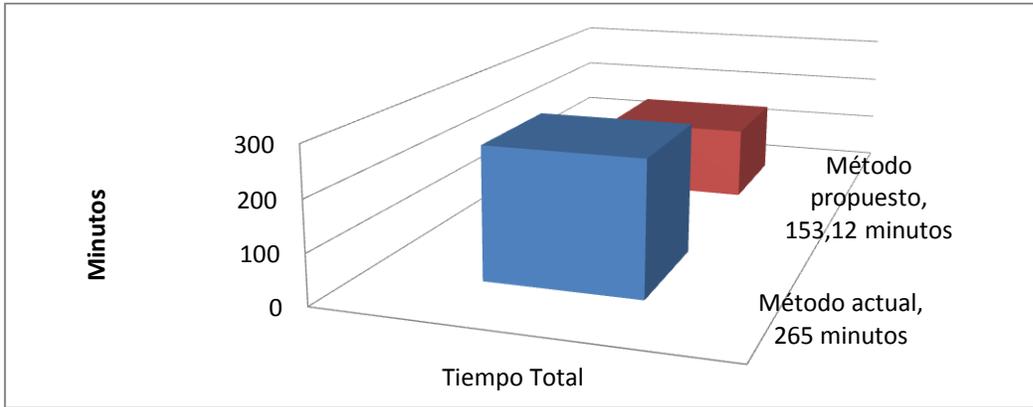
Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la comparación de los costos totales de método actual (Q. 1 587,00) y del método propuesto (Q. 1 691,00) se observa un alza en el costo debido a que en este mantenimiento se asignó el reemplazo de un guardanivel. El aumento de 7 por ciento (Q. 104,00) es justificable debido a que se incluye la compra del guardanivel, reduciendo los costos en este mantenimiento correctivo sino también como se pudo observar anteriormente, en el mantenimiento correctivo. La variabilidad de sustituir un accesorio queda bajo decisión del cliente.

3.4.1.3. Tiempos de entrega de instalación y mantenimientos

Se compara el tiempo total de entregas actuales de los servicios de instalación y mantenimientos con los tiempos de las nuevas propuestas de los diagramas.

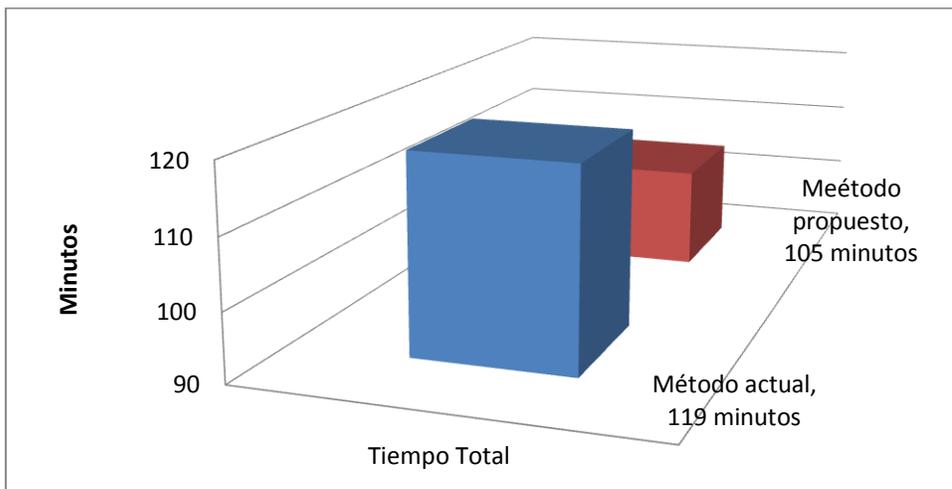
Figura 35. **Comparación de tiempos de instalación**



Fuente: elaboración propia.

Se observa claramente una reducción en los tiempos de un 42 por ciento (112 minutos) en la comparación del método actual (265 minutos) y el método propuesto (154 minutos).

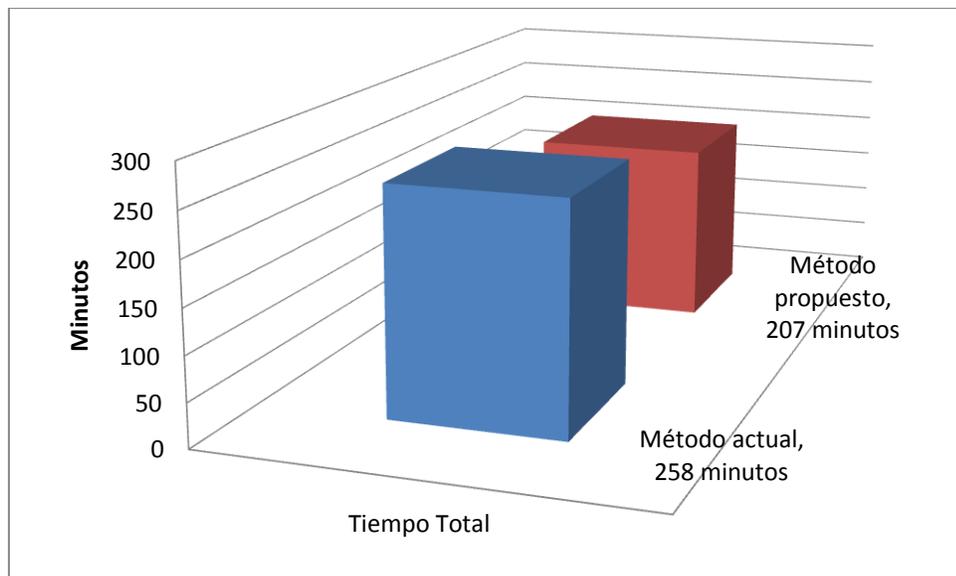
Figura 36. **Comparación de tiempos de mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia.

Se observa en figura 36 una reducción del 12 por ciento (14 minutos) de la comparación del método actual (119 minutos) con el método actual (87 minutos) debido a que se eliminaron todos los tiempos altos y el reemplazo del guardanivel como consecuencia de tomar esta acción como un mantenimiento correctivo.

Figura 37. **Comparación de tiempos de mantenimiento correctivo**



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la comparación entre el método actual (258 minutos) y el método propuesto (207 minutos), se redujo un 20 por ciento (51 minutos). Se debe resaltar que en el método propuesto se eliminaron los tiempos de compras adicionales y se adicionó el reemplazo del guardanivel de mercurio.

En la tabla XXX se describirán de forma resumida los porcentajes de reducción de recursos, costos y tiempos.

Tabla XXX. **Resultados de comparación de situación actual y propuesta**

	Actual	Propuesto	% Reducción
Costo instalación	Q. 350,00	Q. 287,00	18%
Costo mantenimiento preventivo	Q. 360,00	Q. 90,00	75%
Costo mantenimiento correctivo	Q. 1 587,00	Q. 1 691,00	34%
Recursos instalación	25	19	24%
Recurso mantenimiento preventivo	4	2	50%
Recursos mantenimiento correctivo	12	13	N/A
Tiempo instalación	265	154	42%
Tiempo mantenimiento preventivo	119	105	12%
Tiempo mantenimiento correctivo	258	207	20%

Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la optimización de recursos y tiempos, se puede observar en la tabla XXX los porcentajes de reducción el recurso en el mantenimiento correctivo, pero es justificable debido a que los costos y los tiempos son bajos, por lo tanto el método propuesto es factible para implementarlo en la empresa.

4. MANEJO DE INVENTARIO DE ACCESORIOS

4.1. Recopilación de datos de accesorios existentes

La recopilación de datos de los accesorios existentes se realizó en la toma de inventario en la bodega de la empresa. Estos datos servirán para llevar un control sobre qué accesorios se tienen en existencia y la cantidad. La base de datos se creará en el programa Excel. También se crearán órdenes de compra y un modelo de accesorios que entran y salen.

4.1.1. Creación de una base de datos en programa Excel

Con la información recopilada en la toma de inventario, será almacenada en el programa Excel. Se creará un archivo llamado: accesorios, este archivo incluirá los siguientes aspectos:

- Nombre del accesorio
- Medida
- Cantidad presente
- Tipo de material
- Cantidad inicial
- Cantidad final

El archivo contendrá pestañas que tendrán el nombre de cada mes, es por eso que cada hoja tendrá cantidad inicial y final para llevar un control y la tendencia de los recursos utilizados en cada mes. La hoja electrónica se detallará en la siguiente figura (ver figura 38).

Figura 38. Base de datos de accesorios

	A	B	C	D	E	F
1	Accesorio	Medida	Material	Cantidad Inicial	Cantidad Final	Cantidad Presente
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

Fuente: elaboración propia

La cantidad presente tendrá un cambio cada día. Más adelante se propondrá un control diario de las entradas y salidas de accesorios. La cantidad inicial y final cambiarán a inicio y final de cada mes.

4.1.2. Creación de un modelo de registros de accesorios que salen y entran

Con la creación de un modelo de registros de accesorios, se tendrá un mejor control para evitar pérdidas, alzas en costos de compra y eliminación de tiempos ociosos en la búsqueda de cualquier tipo de recurso que se necesite para un mantenimiento o una instalación.

Se crearán dos tipos de documentos, uno electrónico y uno en papel. El documento electrónico será utilizado por la asistente de gerencia, quien tiene la responsabilidad de llevar un control de los accesorios que provee a los técnicos, antes de realizar los servicios y el recibimiento de los accesorios que se no utilizó en los servicios. Respecto al documento en papel, llevara información de los accesorios y servicios que realizó el técnico. Se dejará el documento original al cliente como comprobante y la copia será para la empresa.

En la figura 39 se presenta solamente el modelo electrónico.

4.1.4. Análisis de la demanda

Se analizará la demanda de la explosión de materiales de los servicios de mantenimiento e instalación establecidos en los diagramas propuestos. Estos son los accesorios que se utilizarán en los diagramas:

- Teflón ½ pulgada
- Pegamento 1/16 galón
- Válvula de pie 1 pulgada
- Adaptador macho 1 ¼ pulgadas
- Reducidor 1 ¼ -1 pulgadas
- Tubo 1 pulgada
- Copla 1 pulgada
- Codo 1 pulgada
- Codo ¾ de pulgada
- Niple HG ¾ de pulgada
- Manómetro ½ pulgada
- Adaptador macho 1 pulgada
- Reducidor 1 - ¾ de pulgada
- Adaptador macho ¾ de pulgada
- Tee ¾ de pulgada
- Tubo ¾ de pulgada
- Llave de paso ¾ de pulgada
- Manómetro
- Capacitor
- Cojinetes
- Sello mecánico
- Teflón ½ pulgada

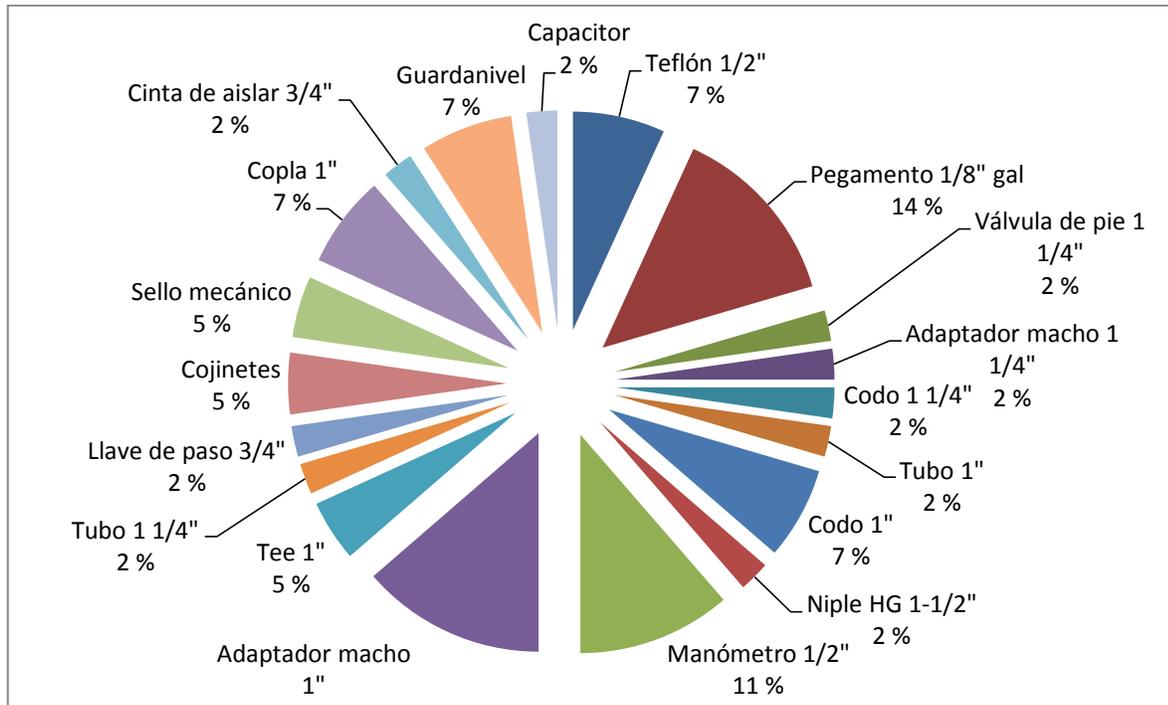
- Pegamento 1/32 galones
- Adaptador macho 1 pulgada
- Copla 1 pulgada
- Cinta de aislar $\frac{3}{4}$ de pulgada
- Guarda nivel
- Tanque hidroneumático N/A

Como resultado del establecimiento de accesorios más frecuentes en los servicios prestados, estos servirán de base para analizarlos mediante diferentes tipos de inventarios, la implementación de un *stock* de seguridad y un plan de órdenes de compra.

4.1.4.1. Técnicas estadísticas

Se procederá a analizar la tendencia de los accesorios en base a los datos recopilados en el capítulo anterior representando en la figura 41, los recursos de mayor recurrencia en los servicios que la empresa ofrece obteniendo su costo.

Figura 41. **Porcentajes de accesorios**



Fuente: elaboración propia.

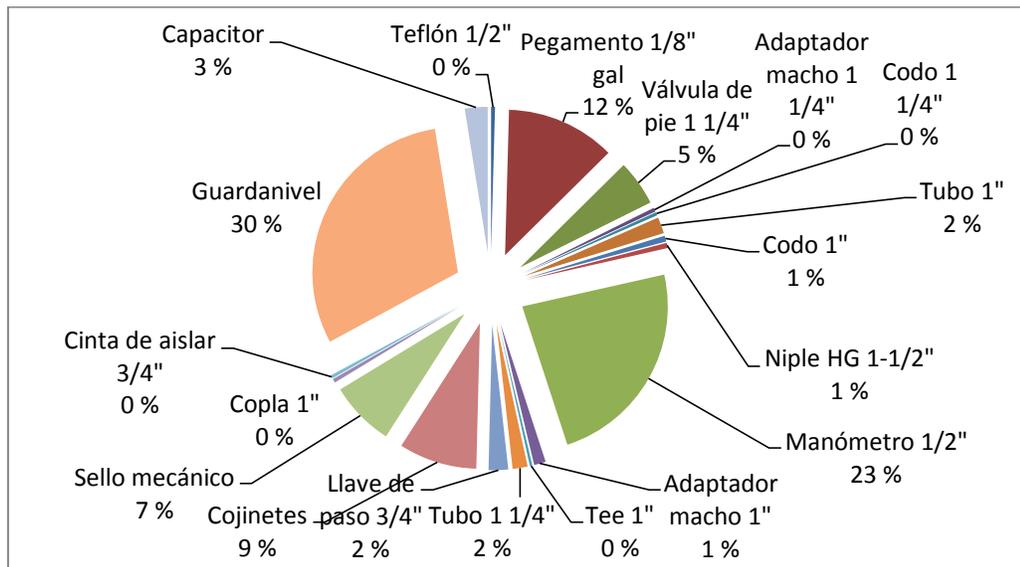
Como resultado de la representación de la cantidad de accesorios en porcentajes, se tomarán solamente cuatro (4) accesorios para realizar los análisis de los diferentes inventarios estableciendo el que genere menor costo. En la figura 41, los accesorios que tienen un porcentaje significativo son: manómetro de ½ pulgada, adaptador macho de 1 pulgada, copla de 1 pulgada, pegamento y guarda-nivel.

4.1.4.2. Costeo de accesorios

Se representan los costos que genera la explosión de materiales en la propuesta de los diagramas de instalación y mantenimiento para analizar

cuáles son los más altos, reduciendo su precio mediante órdenes de compra, creación de *stock* de inventario y una nueva distribución en bodega.

Figura 42. **Porcentajes de costo de accesorios**



Fuente: elaboración propia.

Se observa en figura 42 que el guardanivel tiene un 30 por ciento, sigue el manómetro con 23 por ciento y el pegamento para PVC con el 12 por ciento del costo total. Estos accesorios serán tomados en cuenta debido a que se utilizan en los servicios de mantenimientos e instalación.

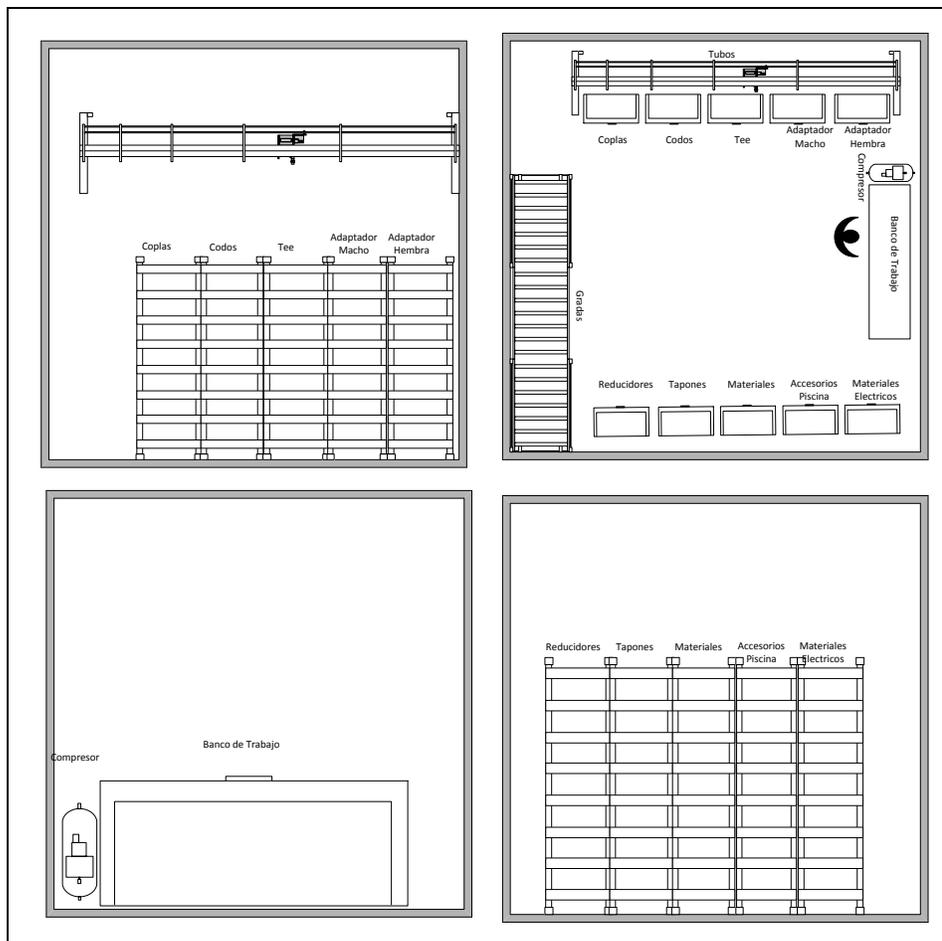
4.2. **Implementar nueva distribución de accesorios en bodega**

Se implementará una nueva distribución de los accesorios para obtener un mejor control y una mejor visualización sobre en qué posición y/o lugar se encuentran, contribuyendo a la reducción de tiempos y pérdidas de accesorios.

4.2.1. Por tipo de accesorios

Esta implementación elimina tiempos en búsquedas, pérdidas de accesorios y un mejor aprovechamiento del espacio reducido que tiene la bodega. Se clasificarán por tipo de accesorio y medida, proponiendo la adquisición de estanterías debidamente señalizadas. Las estanterías deberán tener los siguientes requisitos y medidas distribuyéndose como se muestra (ver figura 43).

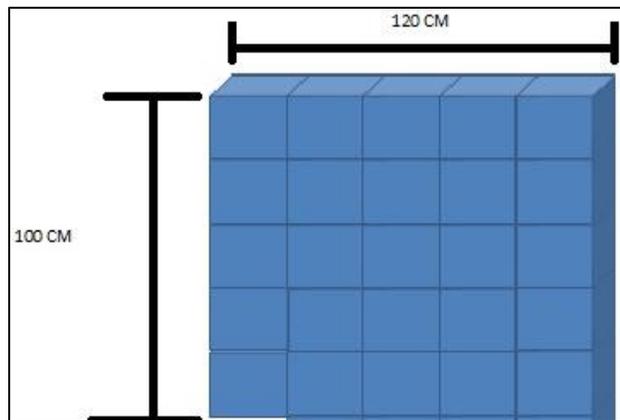
Figura 43. Nueva distribución de accesorios en bodega



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

Se distribuirán 10 estanterías de 5 niveles a lo largo de las dos paredes laterales. Cada estante tiene 1 metro de alto, largo de 24 centímetros y profundidad de 40 centímetros clasificando cada artículo por su medida correspondiente de manera descendente en la parte inferior presentándose a continuación el modelo de la estantería propuesta.

Figura 44. **Estantería**



Fuente: elaboración propia.

Cada gabinete cuenta con una medida de 20 centímetros de alto, 24 centímetros de largo y 40 centímetros de profundidad. La pestaña frontal tendrá de un alto de 10 y 25 centímetros de largo colocando un texto indicando el tipo de accesorio y medida. El control será llevado electrónicamente y el recuento de la cantidad existente de accesorios será cada semana.

4.3. Análisis de inventarios propuestos

La implementación de un inventario en la empresa se realizará mediante un análisis de los diferentes tipos de inventarios existentes. Se propusieron tres

tipos: inventario UEPS, PEPS y ABC. Para el análisis solamente se tomarán los siguientes accesorios: manómetro de ½ pulgada, adaptador macho de 1 pulgada, copla de 1 pulgada, pegamento y guardanivel.

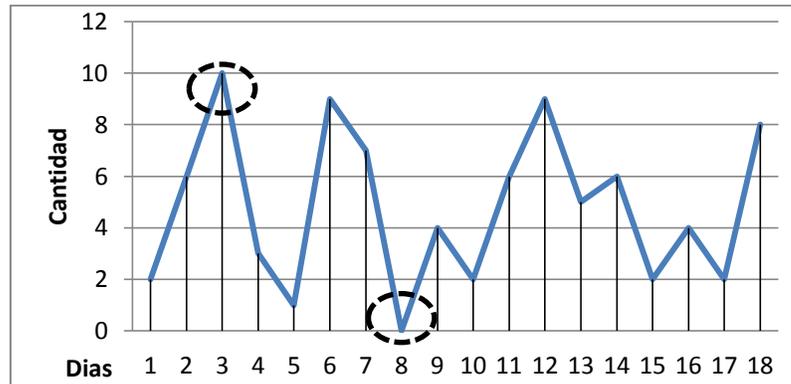
4.3.1. Inventario, último en entrar primero en salir (UEPS)

Este método se basa en darle salida a los productos que se compraron recientemente con el objetivo de que en el inventario final queden aquellos productos que se compraron al inicio del mes. Es un método muy útil cuando los precios de los productos aumentan constantemente, cosa que es muy común en los países con tendencias inflacionarias. Se analizarán solamente los siguientes accesorios: Manómetro de ½ pulgada, adaptador macho de 1 pulgada, copla de 1 pulgada, pegamento y guardanivel.

4.3.1.1. Técnicas estadísticas

Se analizarán las tendencias de las cantidades de accesorios que entran y salen durante el mes de junio tomando como base las facturas de compra y la utilización en los servicios de instalación y mantenimientos. Las gráficas mostrarán el comportamiento que tuvo cada accesorio.

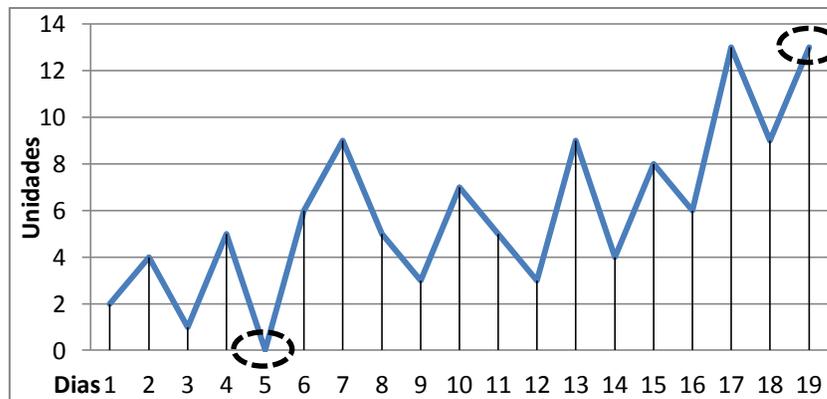
Figura 45. **Comportamiento de copia de 1 pulgada**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 45 se muestra un máximo de 10 unidades almacenadas y unidades faltantes como mínimo. El tiempo que se contó con ninguna unidad fue de 2 días. El promedio que entra es aproximadamente de 4 unidades, el intervalo de compra es de aproximadamente 4 días y se utilizan aproximadamente 4 unidades.

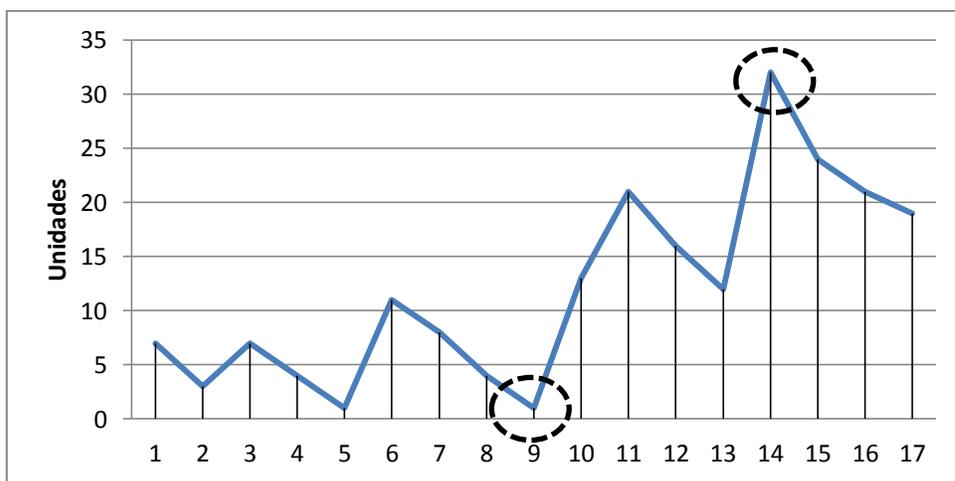
Figura 46. **Comportamiento de guardanivel**



Fuente: elaboración propia.

Se refleja un máximo de 13 unidades y un mínimo de 0 unidades. El tiempo en que no se tuvo accesorios fue de 3 días y el promedio de entrada es de 4 unidades, el intervalo de tiempo de compra es de 3 días y salida de 3 accesorios. Es por esa razón que la gráfica tiene una tendencia ascendente.

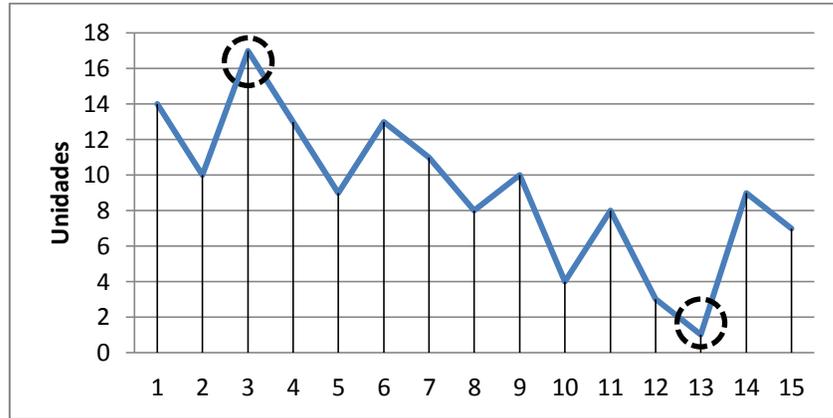
Figura 47. **Comportamiento de manómetro de ½ pulgada**



Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo un máximo de 32 unidades y un mínimo de 1 unidad. El promedio de entrada es de 11 unidades, el intervalo de tiempo de compra es de 4 días y la salida es de 4 unidades.

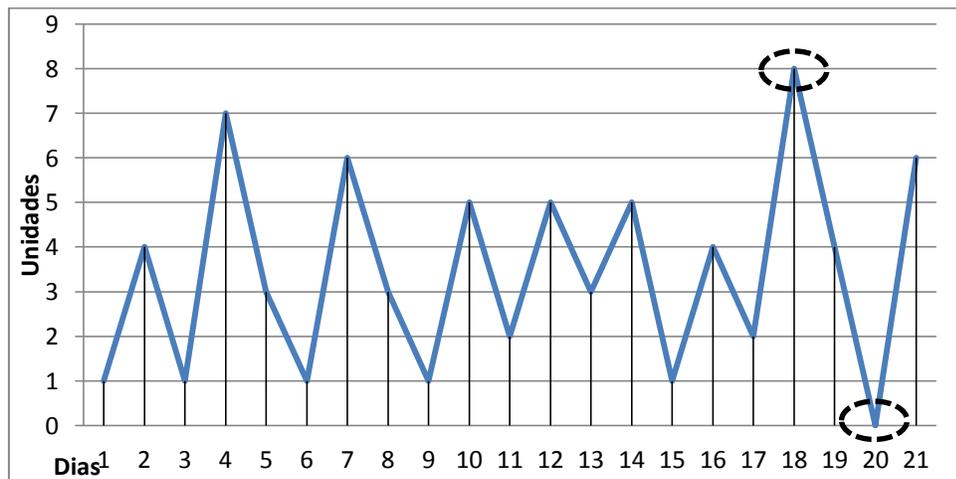
Figura 48. **Comportamiento de pegamento PVC**



Fuente: elaboración propia.

Se presenta un máximo de 17 unidades y un mínimo de 1 unidad. El promedio de entrada es de 5 unidades, el intervalo de tiempo de compra es de 5 días y su salida es de 4 unidades.

Figura 49. **Comportamiento de adaptador macho de 1 pulgada**



Fuente: elaboración propia.

El máximo que presenta en unidades es de 8 y el mínimo es de 0. El promedio de entrada es de 4 unidades, el intervalo de compra es de 3 días y la salida de accesorios es de 3 unidades. Se observa en la gráfica que la utilización del adaptador macho de 1 pulgada se mantiene constante el uso de este accesorio en los servicios de instalación y mantenimientos.

4.3.1.2. Costeo de accesorios

Se analizará el costo de cada accesorio anteriormente descrito que genera el implementar este tipo de inventario (ver figura 50).

Figura 50. **Inventario UEPS de copla de 1 pulgada**

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldos		
		Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total
01-jun	Inventario	2	6	12				2	6	12
02-jun	Compra	4	7	28				4	7	28
								6		40
02-jun	Compra	4	5	20				2	6	12
								4	7	28
								4	5	20
								10		60
02-jun	Salen 7				4	5	20			
					3	7	21	2	6	12
								1	7	7
								3		19
06-jun	Salen 2				1	7	7			
					1	6	6	1	6	6
								1		6
11-jun	Compra	8	4	32				1	6	6
								8	4	32
								9		38
11-jun	Salen 2				2	4	8	1	6	6
								6	4	24
								7		30
14-jun	Salen 7				6	4	24			
					1	6	6	0	0	0
								0		0
18-jun	Compra	4	5	20				4	5	20
								4		20
19-jun	Salen 2				2	5	10	2	5	10
								2		10
23-jun	Compra	4	4	16				2	5	10
								4	4	16
								6		26
25-jun	Compra	3	5	15				2	5	10
								4	4	16
								3	5	15
								9		41
25-jun	Salen 4				3	5	15			
					1	4	4	2	5	10
								3	4	12
								5		22

Continuación de la figura 50.

26-jun	Compra	1	6	6				2	5	10
								3	4	12
								1	6	6
								6		28
26-jun	Salen 4				1	6	6			
					3	4	12	2	5	10
								2		10
29-jun	Compra	2	4	8				2	5	10
								2	4	8
								4		18
29-jun	Salen 2				2	4	8	2	5	10
								0	0	0
								2		10
29-jun	Compra	6	6	36				2	5	10
								6	6	36
								8		46
30-jun	Cierre	38			30			8		46

Fuente: elaboración propia.

En la figura 51, se muestra el ejercicio realizado para obtener el resultado del costo que genera el inventario UEPS. Su resultado fue de 8 unidades a un costo de Q. 46,00 (cuarenta y seis quetzales).

Figura 51. Inventario UEPS de guardanivel

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldos		
		Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total
01-jun	Inventario	2	120	240				2	120	240
02-jun	Compra	2	122	244				2	122	244
								4		484
02-jun	Salen 3				2	122	244			
					1	120	120	1	120	120
								1		120
02-jun	Compra	4	125	500				1	5	5
								4	125	500
								5		505
05-jun	Salen 5				4	125	500			
					1	5	5	0	0	0
								0		0
08-jun	Compra	6	127	762				6	127	762
								6		762
11-jun	Compra	3	129	387				6	127	762
								3	129	387
								9		1149
11-jun	Salen 4				3	129	387			
					1	127	127	5	127	635
								5		635
13-jun	Salen 2				2	127	254	3	127	381
								3		381
16-jun	Compra	4	130	520				3	127	381
								4	130	520
								7		901
18-jun	Salen 2				2	130	260	3	127	381
								2	130	260
								5		641
19-jun	Salen 2				2	130	260			
								3	127	381
								3		381

Continuación de la figura 51.

19-jun	Compra	6	132	792				3	127	381
								6	132	792
								9		1173
25-jun	Salen 5				5	132	660	3	127	381
								1	132	132
								4		513
25-jun	Compra	4	135	540				3	127	381
								1	132	132
								4	135	540
								8		1053
26-jun	Salen 2				2	135	270	3	127	381
								1	132	132
								2	135	270
								6		783
28-jun	Compra	7	137	959				3	127	381
								1	132	132
								2	135	270
								7	137	959
								13		1742
28-jun	Salen 4				4	137	548	3	127	381
								1	132	132
								2	135	270
								3	137	411
								9		1194
29-jun	Compra	4	138	552				3	127	381
								1	138	132
								2	135	270
								3	137	411
								4	138	552
30-jun	Cierre	42			29			13		1746

Fuente: elaboración propia.

El costo de implementar el inventario UEPS en el guarda-niveles de Q.1 746,00 (mil setecientos cuarenta y seis quetzales) por 13 unidades existentes.

Figura 52. Inventario UEPS manómetro de ½ pulgada

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldos		
		Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total
01-jun	Inventario	7	45	315				7	45	315
02-jun	Salen 4				4	45	180	3	45	135
								3		135
04-jun	Compra	4	47	188				3	45	135
								4	47	188
								7		323
05-jun	Salen 3				3	47	141	3	45	135
								1	47	47
								4		182
06-jun	Salen 3				1	47	47			
					2	45	90	1	45	45
								1		45
08-jun	Compra	10	49	490				1	45	45
								10	49	490
								11		535
11-jun	Salen 3				3	49	147	1	45	45
								7	49	490
								8		535

Continuacion de la figura 52.

13-jun	Salen 4				4	49	196	1	45	45
								3	49	147
								4		192
14-jun	Salen 3				3	49	147	1	45	45
								1		45
14-jun	Compra	12	50	600				1	45	45
								12	50	600
								13		645
16-jun	Compra	8	52	416				1	45	45
								12	50	600
								8	52	416
								21		1061
18-jun	Salen 5				5	52	260	1	45	45
								12	50	600
								3	52	156
								16		801
19-jun	Salen 4				3	52	156			
					1	50	50	1	45	45
								11	50	550
								12		595
20-jun	Compra	20	55	1100				1	45	45
								11	50	550
								20	55	1100
								32		1695
20-jun	Salen 8				8	55	440	1	45	45
								11	55	1100
								12	55	660
								24		1805
25-jun	Salen 3				3	55	165	1	45	45
								11	55	605
								9	55	495
								21		1145
28-jun	Salen 2				2	55	110	1	45	45
								11	55	605
								7	55	385
								19		1035
30-jun	Cierre	61			42			19		1035

Fuente: elaboración propia.

El costo por mantener 19 unidades en bodega es de Q.1 035,00 (mil treinta y cinco quetzales) con la implementación de este tipo de inventario.

Figura 53. Inventario UEPS de pegamento PVC

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldos		
		Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total
01-jun	Inventario	14	22	308				14	22	308
02-jun	Salen 4				4	22	88	10	22	308
								10		308
02-jun	Compra	7	24	168				10	22	308
								7	24	168
								17		476
05-jun	Salen 4				4	24	96	10	22	220
								3	24	72
								13		292

Continuacion de la figura 53.

06-jun	Salen 4				3	24	72			
					1	22	22	9	22	220
								9		220
08-jun	Compra	4	25	100				9	22	198
								4	25	100
								13		298
11-jun	Salen 2				2	25	50	9	22	198
								2	25	50
								11		248
13-jun	Salen 3				2	25	50			
					1	22	22	8	22	176
								8		176
14-jun	Compra	2	27	54				8	22	176
								2	27	54
								10		230
14-jun	Salen 6				2	27	54			
					4	22	88	4	22	88
								4		88
18-jun	Compra	4	29	116				4	22	88
								4	29	116
								8		204
18-jun	Salen 5				4	29	116			
					1	22	22	3	22	66
								3		66
26-jun	Salen 2				2	22	44	1	22	22
								1		22
28-jun	Compra	8	31	248				1	22	22
								8	31	248
								9		270
28-jun	Salen 2				2	31	62	1	22	22
								6	31	186
								7		208
30-jun	Cierre	39			32			7		208

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvieron 7 unidades al final del mes de junio con un costo de Q. 208,00 (doscientos ocho quetzales).

Figura 54. Inventario UEPS de adaptador macho de 1 pulgada

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldos		
		Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total
01-jun	Inventario	1	5	5				1	5	5
02-jun	Compra	3	6	18				1	5	5
								3	6	18
								4		28
02-jun	Salen 3				3	6	18	1	5	5
								1		5
04-jun	Compra	6	4	24				1	5	5
								6	4	24
								7		29
05-jun	Salen 4				4	4	16	1	5	5
								2	4	8
								3		13
06-jun	Salen 2				2	4	8	1	5	5
								1		5
11-jun	Compra	5	4	20				1	5	5
								5	4	20
								6		25
11-jun	Salen 3				3	4	12	1	5	5
								2	4	8
								3		13
13-jun	Salen 2				2	4	8	1	5	5
								1		5
14-jun	Compra	4	6	24				1	5	5
								4	6	24
								5		29
14-jun	Salen 3				3	6	18	1	5	5
								1	6	6
								2		11
18-jun	Compra	3	4	12				1	5	5
								1	6	6
								3	4	12
								5		23
18-jun	Sale 2				2	4	8	1	5	5
								1	6	6
								1	4	4
								3		15
19-jun	Compra	2	5	10				1	5	5
								1	6	6
								1	4	4
								2	5	10
								5		25
19-jun	Salen 4				2	5	10			
					1	4	4			
					1	6	6	1	5	5
								1		5
20-jun	Compra	3	4	12				1	5	5
								3	4	12
								4		17
20-jun	Salen 2				2	4	8	1	5	5
								1	4	4
								2		9
25-jun	Compra	6	5	30				1	5	5
								1	4	4
								6	5	30
								8		39
25-jun	Salen 4				4	5	20	1	5	5
								1	4	4
								2	5	10
								4		19
28-jun	Salen 4				2	5	10			
					1	4	4			
					1	5	5	0		0
								0		0
29-jun	Compra	6	5	30				6	5	30
								6		30
20-jun	Cierre	39			33			6		30

Fuente: elaboración propia.

Para el adaptador macho de 1 pulgada, se obtuvieron 6 unidades a un costo de Q. 30,00 (treinta quetzales). Los datos obtenidos de los accesorios serán analizados y comparados más adelante.

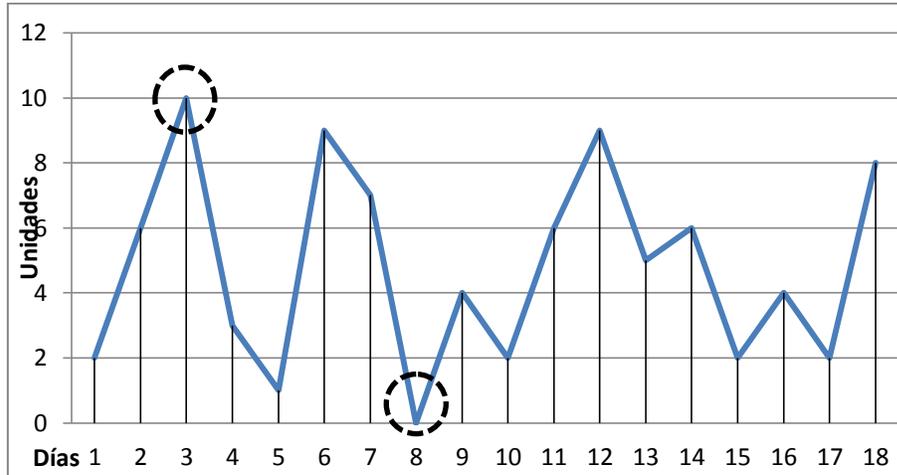
4.3.2. Inventario, primero en entrar, primero en salir (PEPS)

Con este método se supone que las primeras mercancías compradas (entradas) son las primeras que se venden (salidas). Por lo tanto, las mercancías en existencia al final del período serán las más recientes adquisiciones, valoradas al precio actual o a los últimos precios de compra.

4.3.2.1. Técnicas estadísticas

Se analizará de igual manera mediante gráficas que representarán la tendencia de las entradas y salidas de los accesorios. Las gráficas no varían porque representan las entradas y salidas que servirán para identificar los promedios de entrada y salida así como el intervalo de tiempo que se tiene para realizar la compra de estos.

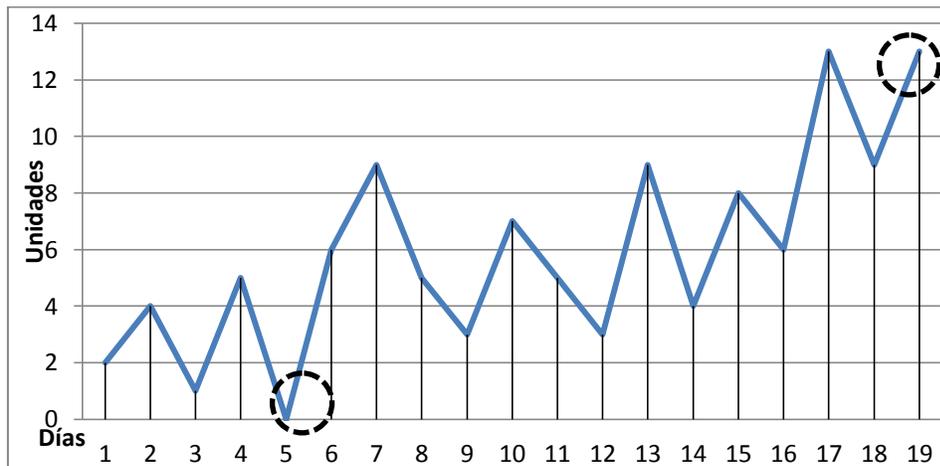
Figura 55. Entradas y salidas de copla de 1 pulgada



Fuente: elaboración propia.

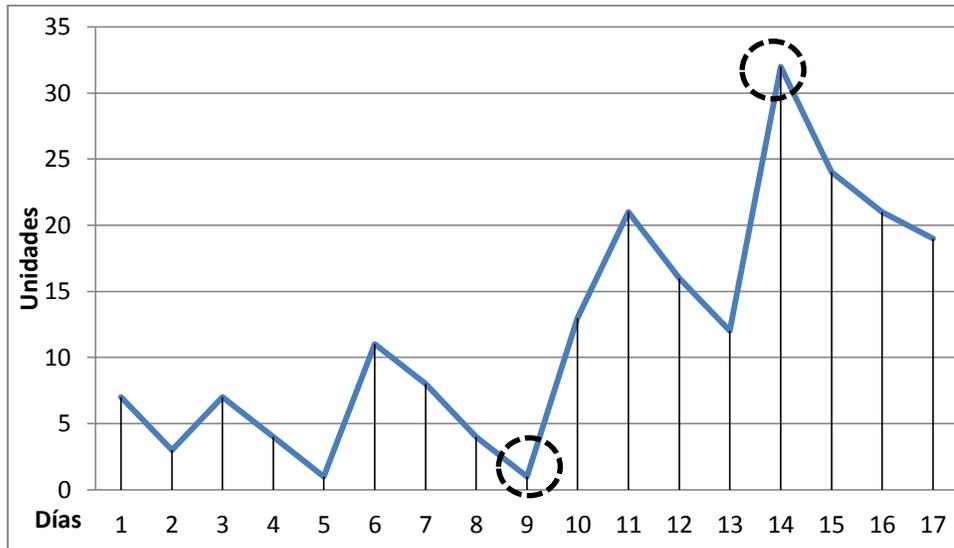
La gráfica muestra un máximo de 10 unidades y un mínimo de 0 unidades. Esta gráfica no varía respecto a la gráfica del inventario UEPS.

Figura 56. Entradas y salidas de guardanivel



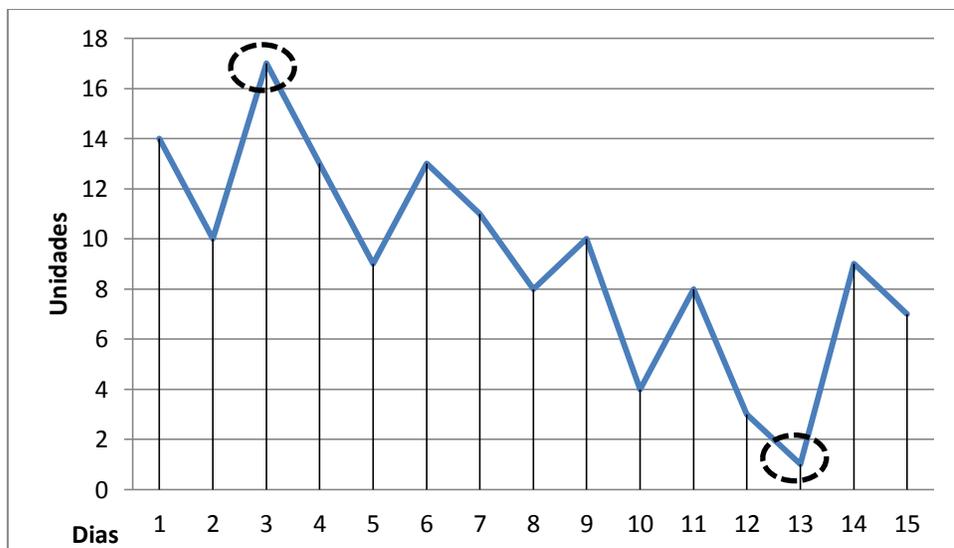
Fuente: elaboración propia.

Figura 57. Entradas y salidas de manómetro de ½ pulgada



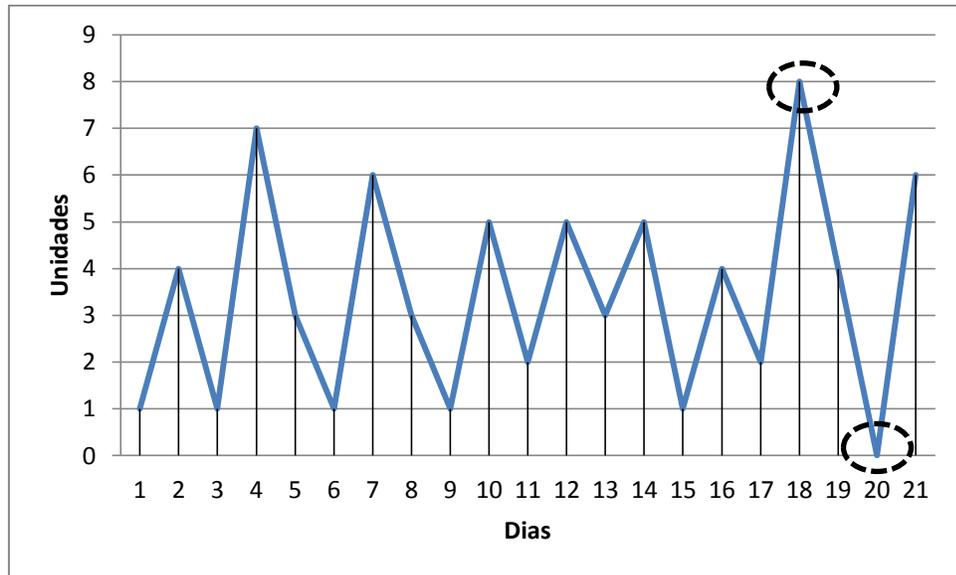
Fuente: elaboración propia.

Figura 58. Entradas y salidas de pegamento PVC



Fuente: elaboración propia.

Figura 59. **Entradas y salidas de adaptador macho de 1 pulgada**



Fuente: elaboración propia.

Todas las gráficas elaboradas en el inventario PEPS, no varían con las gráficas elaboradas en el inventario PEPS. Por lo tanto, se definen los mismos intervalos de tiempos, entradas y salidas de accesorios.

4.3.2.2. Costeo de accesorios

Se realizarán los ejercicios de inventarios PEPS, para cada accesorio, para determinar los costos de las unidades resultantes.

Figura 60. Inventario PEPS de copla de 1 pulgada

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldos		
		Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total
01-jun	Inventario	2	6	12				2	6	12
02-jun	Compra	4	7	28				4	7	28
								6		40
02-jun	Compra	4	5	20				2	6	12
								4	7	28
								4	5	20
								10		60
02-jun	Salen 7				2	6	12			
					4	7	28			
					1	5	5	3	5	15
								3		15
06-jun	Salen 2				2	5	10			
								1	5	5
								1		5
11-jun	Compra	8	4	32				1	5	5
								8	4	32
								9		37
11-jun	Salen 2				1	5	5			
					1	4	4	7	4	28
								7		28
14-jun	Salen 7				7	4	28	0	4	0
								0		0
18-jun	Compra	4	5	20				4	5	20
								4		20
19-jun	Salen 2				2	4	8			
								2	5	10
								2		10
23-jun	Compra	4	4	16				2	5	10
								4	4	16
								6		26
25-jun	Compra	3	5	15				2	5	10
								4	4	16
								3	5	15
								9		41
25-jun	Salen 4				2	5	10			
					2	4	8	2	4	8
								3	5	15
								5		23
26-jun	Compra	1	6	6				2	4	8
								3	5	15
								1	6	6
								6		29
26-jun	Salen 4				2	4	8			
					2	5	10	1	5	5
								1	6	6
								2		11
29-jun	Compra	2	4	8				1	5	5
								1	6	6
								2	4	8
								4		19
29-jun	Salen 2				1	5	5			
					1	6	6	2	4	8
								2		8
29-jun	Compra	6	6	36						
								2	4	8
								6	6	36
30-jun	Cierre	38			30			8		44

Fuente: elaboración propia.

En este ejercicio se obtuvieron 8 unidades a un costo de Q. 44,00 (cuarenta y cuatro quetzales). Se debe recordar que todos estos resultados obtenidos se analizarán en la comparación de inventarios para elegir el adecuado.

Figura 61. Inventario PEPS de guarda-nivel

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldos		
		Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total
01-jun	Inventario	2	120	240				2	120	240
02-jun	Compra	2	122	244				2	122	244
								4		484
02-jun	Salen 3				2	120	240			
					1	122	122	1	122	122
								1		122
02-jun	Compra	4	125	500				1	122	122
								4	125	500
								5		622
05-jun	Salen 5				1	122	122			
					4	125	500	0	0	0
								0		0
08-jun	Compra	6	127	762				6	127	762
								6		762
11-jun	Compra	3	129	387				6	127	762
								3	129	387
								9		1149
11-jun	Salen 4				4	127	508	2	127	254
								3	129	387
								5		641
13-jun	Salen 2				2	129	258	3	129	387
								3		387
16-jun	Compra	4	130	520				3	129	387
								4	130	520
								7		907
18-jun	Salen 2				2	129	258	1	129	129
								4	130	520
								5		649
19-jun	Salen 2				1	129	129			
					1	130	130	3	130	390
								3		390
19-jun	Compra	6	132	792				3	130	390
								6	132	792
								9		1182
25-jun	Salen 5				3	130	390			
					2	132	264	4	132	528
								4		528
25-jun	Compra	4	135	540				4	132	528
								4	135	540
								8		1068
26-jun	Salen 2				2	132	264	2	132	264
								4	135	540
								6		804
28-jun	Compra	7	137	959				2	132	264
								4	135	540
								7	137	959
								13		1763
28-jun	Salen 4				2	132	264			
					2	135	270			
								2	135	270
								7	137	959
								9		1229
29-jun	Compra	4	138	552				2	135	270
								7	137	959
								4	138	552
30-jun	Cierre	42			29			13		1781

Fuente: elaboración propia.

En este ejercicio, se obtuvo un costo de Q. 1 781,00 (mil setecientos ochenta y un quetzales) por las 13 unidades que se tienen.

Figura 62. Inventario PEPS de manómetro de ½ pulgada

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldos		
		Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total
01-jun	Inventario	7	45	315				7	45	315
02-jun	Salen 4				4	45	180	3	45	135
								3		135
04-jun	Compra	4	47	188				3	45	135
								4	47	188
								7		323
05-jun	Salen 3				3	45	135			
								4	47	188
								4		188
06-jun	Salen 3				3	47	141			
								1	47	47
								1		47
08-jun	Compra	10	49	490				1	47	47
								10	49	490
								11		537
11-jun	Salen 3				1	47	47			
					2	49	98	8	49	490
								8		490
13-jun	Salen 4				4	49	196			
								4	49	196
								4		196
14-jun	Salen 3				3	49	147	1	49	196
								1		196
14-jun	Compra	12	50	600				1	49	196
								12	50	600
								13		796
16-jun	Compra	8	52	416				1	49	49
								12	50	600
								8	52	416
								21		1065
18-jun	Salen 5				1	49	49			
					4	50	200	8	50	600
								8	52	416
								16		1016
19-jun	Salen 4				4	50	200			
								4	50	200
								8	52	416
								12		616
20-jun	Compra	20	55	1100				4	50	200
								8	52	416
								20	55	1100
								32		1716
20-jun	Salen 8				4	50	200			
					4	52	208	4	52	208
								20	55	1100
								24		1308
25-jun	Salen 3				3	52	156			
								1	52	52
								20	55	1100
								21		1152
28-jun	Salen 2				1	52	52			
					1	55	55	19	55	1045
								19		1045
31-6	Cierre	61			42			19		1045

Fuente: elaboración propia.

Se tiene un costo de Q. 1 045,00 (mil cuarenta y cinco quetzales) por las 19 unidades que se tienen en existencia al final del mes.

Figura 63. Inventario PEPS de pegamento PVC

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldos		
		Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total
01-jun	Inventario	14	22	308				14	22	308
02-jun	Salen 4				4	22	88	10	22	308
								10		308
02-jun	Compra	7	24	168				10	22	308
								7	24	168
								17		476
05-jun	Salen 4				4	22	88	6	22	132
								7	24	168
								13		300
06-jun	Salen 4				4	22	88	2	22	44
								7	24	132
								9		176
08-jun	Compra	4	25	100				2	22	44
								7	24	168
								4	25	100
								13		312
11-jun	Salen 2				2	22	44	7	24	168
								4	25	100
								11		268
13-jun	Salen 3				3	24	72	4	24	96
								4	25	100
								8		196
14-jun	Compra	2	27	54				4	24	96
								4	25	100
								2	27	54
								10		250
14-jun	Salen 6				4	24	96			
					2	25	50	2	25	50
								2	27	54
								4		104
18-jun	Compra	4	29	116				2	25	50
								2	27	54
								4	29	116
								8		220
18-jun	Salen 5				2	25	50			
					2	27	54			
					1	29	29	3	29	87
								3		87
26-jun	Salen 2				2	29	58	1	29	29
								1		29
28-jun	Compra	8	31	248				1	29	29
								8	31	248
								9		277
28-jun	Salen 2				1	29	29			
					1	31	31	7	31	217
								7		217
30-jun	Cierre	39			32			7		217

Fuente: elaboración propia.

Como resultado, se obtuvieron al final del mes 7 unidades a un costo de Q. 217,00 (doscientos diecisiete quetzales).

Figura 64. Inventario PEPS de adaptador de 1 pulgada

Fecha	Concepto	Entradas			Salidas			Saldos		
		Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total	Cantidad	Valor	Total
01-jun	Inventario	1	5	5				1	5	5
02-jun	Compra	3	6	18				1	5	5
								3	6	18
								4		28
02-jun	Salen 3				1	5	5			
					2	6	12	1	6	6
								1		6
04-jun	Compra	6	4	24				1	6	6
								6	4	24
								7		30
05-jun	Salen 4				1	6	6			
					3	4	12	3	4	12
								3		12
06-jun	Salen 2				2	4	8	1	4	4
								1		4
11-jun	Compra	5	4	20				1	4	4
								5	4	20
								6		24
11-jun	Salen 3				1	4	4			
					2	4	8	3	4	12
								3		12
13-jun	Salen 2				2	4	8	1	4	4
								1		4
14-jun	Compra	4	6	24				1	4	4
								4	6	24
								5		28
14-jun	Salen 3				1	4	4			
					2	6	12	2	6	12
								2		12
18-jun	Compra	3	4	12				2	6	12
								3	4	12
								5		24
18-jun	Salen 2				2	6	12	3	4	12
								3		12
19-jun	Compra	2	5	10				3	4	12
								2	5	10
								5		22
19-jun	Salen 4				3	4	12			
					1	5	5	1	5	5
								1		5
20-jun	Compra	3	4	12				3	4	12
								4		17
20-jun	Salen 2				1	5	5			
					1	4	4	2	4	8
								2		8
25-jun	Compra	6	5	30				2	4	8
								6	5	30
								8		38
25-jun	Salen 4				2	4	8			
					2	5	10			
								4	5	20
								4		20
28-jun	Salen 4				4	5	20			
								0	5	0
								0		0
29-jun	Compra	6	5	30				6	5	30
								6		30
20-jun	Cierre	39			33			6		30

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo un costo de Q. 30,00 (treinta quetzales) por las 6 unidades que se tienen al final del mes.

4.3.3. Inventario ABC

El gráfico ABC (o regla del 80/20 o ley del menos significativo) es una herramienta que permite visualizar esta relación y determinar, en forma simple, cuáles artículos son de mayor valor, optimizando así la administración de los recursos de inventario y permitiendo tomas de decisiones más eficientes.

Según este método, se clasifican los artículos en clases, generalmente en tres (A, B o C), permitiendo dar un orden de prioridades a los distintos productos:

- Artículos A: los más importantes a los efectos del control
- Artículos B: aquellos artículos de importancia secundaria
- Artículos C: los de importancia reducida

Generalmente sucede que, aproximadamente el 20 por ciento del total de los artículos, representan un 80 por ciento del valor del inventario, mientras que el restante 80 por ciento del total de los artículos inventariados, alcanza el 20 por ciento del valor del inventario total.

4.3.3.1. Técnicas estadísticas

Las siguientes tablas muestran los porcentajes de participación y costo de cada accesorio que se tiene actualmente en bodega.

Tabla XXXI. **Porcentaje de participación y costo**

	Accesorio	Porcentaje de participación	Costo	Total	Porcentaje de costo
1	Adaptador macho de 1 1/4"	4,761905	212	1 060	3,623932
2	Válvula de pie de 1 1/4"	4,761905	117	8 190	28
3	Manómetro 1/2"	4,761905	26	1 690	5,777778
4	Reducidor 1" a 3/4"	4,761905	115	805	2,752137
5	Codo de 1"	4,761905	192	1 152	3,938462
6	Guarda nivel	4,761905	20	2 700	9,230769
7	Tee de 3/4"	4,761905	112	560	1,91453
8	Copla de 3/4"	4,761905	156	780	2,666667
9	Copla 1"	4,761905	182	1 092	3,733333
10	Tubo de 1"	4,761905	81	2 025	6,923077
11	Tubo de 3/4"	4,761905	70	1 610	5,504274
12	Cruz HG	4,761905	27	810	2,769231
13	Reducidor 1 1/4" a 1"	4,761905	110	660	2,25641
14	Adaptador macho de 1"	4,761905	78	351	1,2
15	Tapón macho de 1"	4,761905	57	171	0,584615
16	Switch de presión	4,761905	18	594	2,030769
17	Codo de 3/4"	4,761905	268	1 340	4,581197
18	Capacitor	4,761905	14	280	0,957265
19	Sello mecánico	4,761905	31	1 612	5,511111
20	Cojinetes	4,761905	23	1 380	4,717949
21	Adaptador 3/4"	4,761905	97	388	1,326496
		100	2 006	29 250	

Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la tabulación de datos se procede a ordenar de mayor a menor porcentaje del costo de cada accesorio.

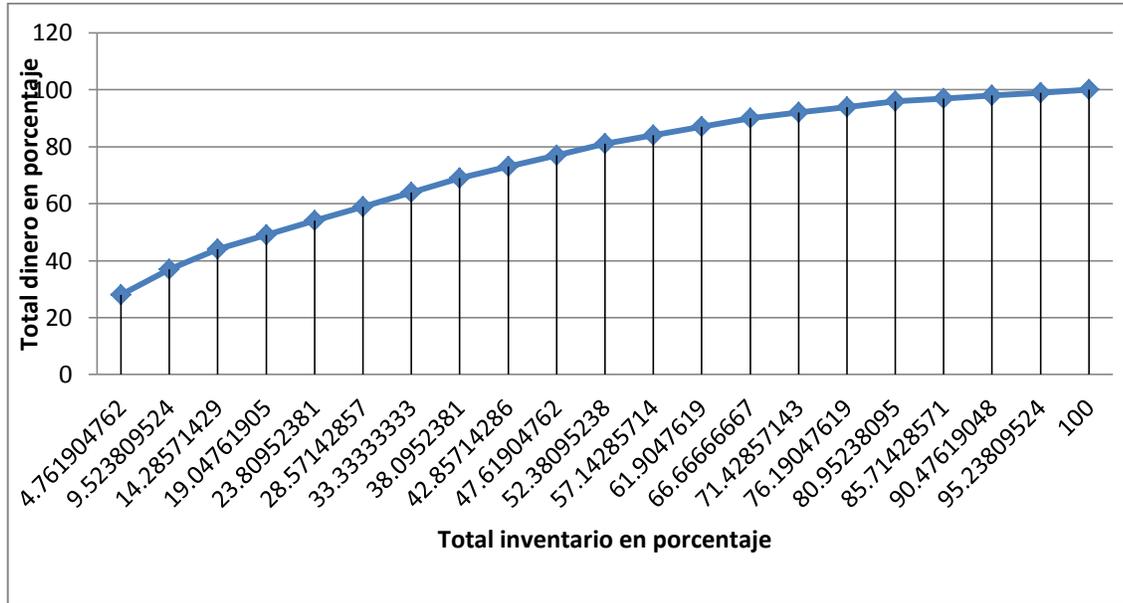
Tabla XXXII. Orden de porcentajes de accesorios

	Accesorio	Porcentaje de participación	Porcentaje de costo	Porcentaje acumulado de participación	Porcentaje acumulado de costo
1	Válvula de pie de 1 1/4"	4,761905	28	4,761905	28
2	Guarda nivel	4,761905	9	9,52381	37
3	Tubo de 1"	4,761905	7	14,28571	44
4	Manómetro 1/2"	4,761905	5	19,04762	49
5	Tubo de 3/4"	4,761905	5	23,80952	54
6	Sello mecánico	4,761905	5	28,57143	59
1	Cojinetes	4,761905	5	33,33333	64
2	Codo de 3/4"	4,761905	5	38,09524	69
3	Codo de 1"	4,761905	4	42,85714	73
4	Copla 1"	4,761905	4	47,61905	77
5	Adaptador macho de 1 1/4"	4,761905	4	52,38095	81
1	Cruz HG	4,761905	3	57,14286	84
2	Copla de 3/4"	4,761905	3	61,90476	87
3	Reductor 1" a 3/4"	4,761905	3	66,66667	90
4	Reductor 1 1/4" a 1"	4,761905	2	71,42857	92
5	Switch de presión	4,761905	2	76,19048	94
6	Tee de 3/4"	4,761905	2	80,95238	96
7	Adaptador 3/4"	4,761905	1	85,71429	97
8	Adaptador macho de 1"	4,761905	1	90,47619	98
9	Capacitor	4,761905	1	95,2381	99
	Tapón macho de 1"	4,761905	1	100	100
			100		

Fuente: elaboración propia.

Del resultado del ordenamiento de los porcentajes se tomaron los datos del porcentaje acumulado de participación y total acumulado de costo para elaborar la figura 65.

Figura 65. **Inventario ABC de accesorios más utilizados**



Fuente: elaboración propia.

La figura 65 muestra que seleccionando los primeros 6 accesorios y materiales representaría el 30 por ciento de participación total del inventario y se controlaría el 59 por ciento del costo, por lo tanto se establece la zona A en este intervalo. La zona B se define en los siguientes 5 ítems abarcando el 24 por ciento de participación total del inventario controlando el 22 por ciento del costo y el resto corresponde a la zona C, dejando el 48 por ciento de participación total del inventario con un 16 por ciento del total del costo del mismo.

4.3.3.2. Costeo de accesorios

Como consecuencia de la definición de cada zona del inventario, se presenta a continuación el costo que posee cada una de ellas.

Tabla XXXIII. Zonas de porcentajes de accesorios

	Porcentaje participación	Porcentaje costo	Total Inventario	Total Dinero	Zona
Válvula de pie de 1 1/4"	4,761905	28	4,761905	28	A
Guarda nivel	4,761905	9	9,52381	37	A
Tubo de 1"	4,761905	7	14,28571	44	A
Manómetro 1/2"	4,761905	5	19,04762	49	A
Tubo de 3/4"	4,761905	5	23,80952	54	A
Sello mecánico	4,761905	5	28,57143	59	A
Cojinetes	4,761905	5	33.33333	64	B
Codo de 3/4"	4,761905	5	38,09524	69	B
Codo de 1"	4,761905	4	42,85714	73	B
Copla 1"	4,761905	4	47.61905	77	B
Adaptador macho de 1 1/4"	4,761905	4	52,38095	81	B
Cruz HG	4,761905	3	57.14286	84	C
Copla de 3/4"	4,761905	3	61,90476	87	C
Reducidor 1" a 3/4"	4,761905	3	66,66667	90	C
Reducidor 1 1/4" a 1"	4,761905	2	71,42857	92	C
Switch de presión	4,761905	2	76,19048	94	C
Tee de 3/4"	4,761905	2	80,95238	96	C
Adaptador 3/4"	4,761905	1	85,71429	97	C
Adaptador macho de 1"	4,761905	1	90,47619	98	C
Capacitor	4,761905	1	95.2381	99	C
Tapón macho de 1"	4,761905	1	100	100	C

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXXIII muestra cuales son los accesorios asignados a cada zona correspondiente siendo para la zona A, 2 accesorios y 4 materiales, la zona B está conformada por 1 material y 4 accesorios y finalmente la zona C está compuesta por 3 materiales y 7 accesorios. El inventario tipo ABC se adecua para visualizar un mejor control y sobre cuáles accesorios son los que generan más costo.

A continuación se presenta una tabla resumen de los costos generados por cada zona.

Tabla XXXIV. **Costo de zonas**

	Porcentaje de costo	Porcentaje inventario	Costo
A	59	28	17 827
B	22	24	6 024
C	16	48	5 399
		100	29 250

Fuente: elaboración propia.

Como resultado de los costos generados por cada zona se llevará un control estricto para la zona A, con revisiones continuas de los niveles existentes evitando altas cantidades de estos accesorios. Para la zona B, se debe llevar un registro diario de las unidades evitando niveles altos y para la zona C, se deben mantener unidades arriba del nivel de *stock* de seguridad.

4.3.4. Análisis de resultados

Se procederá a interpretar los resultados obtenidos de los tres tipos de inventarios que se realizaron para los accesorios más importantes en la utilización de los servicios de instalación y mantenimientos propuestos por los diagramas.

4.3.4.1. Comparación de resultados de inventarios

Para esta ocasión solamente se comparó el inventario PEPS Y UEPS debido a que el inventario ABC se propuso para establecer categorías de los

accesorios que generan un mayor costo comparado con aquellos que no se utilizan regularmente, generando un menor coste. En el inventario ABC se establecieron 3 zonas, la zona A esta compuesta mayormente por materiales que se utilizan en los servicios de mantenimiento e instalación generando un alto costo debido a la duración prolongada, por ser tubos de 6 metros, es decir, se utilizan más de una ocasión.

En la zona B, los accesorios que corresponden a esta categoría se designaron por ser los que más se utilizan y que, por ser una cantidad alta, generan un mayor costo pero que se debe tener bajo control, razón por la cual se analizó mediante los inventarios PEPS Y UEPS y para la zona C se mantendrá un *stock* bajo por su poca utilización en los servicios.

Se comparan los costos que genera implementar los inventarios PEPS y UEPS para poder seleccionar el que mejor se adecúa generando menos costos. A continuación se presenta una tabla describiendo los costos de los dos inventarios propuestos (ver tabla XXXV).

Tabla XXXV. **Comparación de inventarios**

Accesorio	Cantidad	Costo UEPS	Costo PEPS
Copla 1"	8	Q. 46,00	Q. 44,00
Guarda-nivel	13	Q. 1 746,00	Q. 1 781,00
Manómetro	19	Q. 1 035,00	Q. 1 045,00
Pegamento PVC	7	Q. 208,00	Q. 217,00
Adaptador macho de 1"	6	Q. 30,00	Q. 30,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXV se observa que el inventario UEPS es el que menor costo genera. Si bien la diferencia de los costos entre los dos inventarios es significativa, esta cifra aumentara cuando se implemente un manejo de materiales por medio de las órdenes de compra, debido a que se realizarán pedidos de cantidades mayores. La selección de este inventario servirá para llevar un control estricto de las entradas y salidas de cada accesorio dentro de la empresa así como la implementación del inventario ABC, para controlar los costos que genera cada zona del inventario total de accesorios.

4.4. Proyección de utilización de accesorios

Esta proyección servirá para determinar la cantidad óptima de accesorios requeridos para cubrir con la demanda de los servicios que realiza la empresa. La cantidad necesaria será determinada a través un sistema de inventarios y de manejo de materiales basado en la planificación de servicios futuros que realizará la empresa, cabe resaltar la importancia que tiene esta tipo de planificación para lograr la reducción de costos en compras, cantidad de accesorios y tiempos de entrega, compras y búsqueda.

4.4.1. Implementación de inventario propuesto

La implementación del inventario UEPS y ABC en la empresa será a través de controles mediante registros electrónicos almacenados en el programa Excel. Se crea la hoja electrónica que detalla las entradas y salidas con una breve descripción.

entrega y controles estrictos para evitar pérdidas, excesos y sobrestadía, provocando un ahorro significativo en los costos que se tienen actualmente.

A continuación se presentan ejemplos de accesorios utilizados en los diagramas propuestos sobre la implementación de un sistema de manejo de materiales utilizando los resultados obtenidos del análisis de inventarios, facturas, recursos utilizados y tiempos promedios de entrega, salida y entradas de accesorios. Las fórmulas que se utilizarán son las siguientes:

- Nivel máximo: cantidad máxima de accesorios que podemos tener almacenados en bodega.

$$N_{max} = \left(\frac{Planificado}{Ciclo} \right) * RN_{max}$$

Donde:

RN_{max}= tiempo que puede estar almacenado los accesorios

- Nivel de reorden: cantidad de accesorios donde se debe realizar el pedido de accesorios.

$$N.R. = \left(\frac{Planificado}{Ciclo} \right) * Rnr$$

Donde:

Rnr= promedio de entregas de pedidos

- *Stock* de seguridad: cantidad mínima de accesorios que debemos tener almacenados.

$$S.S. = \left(\frac{\text{Planificado}}{\text{Ciclo}} \right) * Rss$$

Rss= Periodo definido por la diferencia de periodo tardío y promedio de entregas.

- Línea teórica de consumo: punto sobre la línea de *stock* de seguridad que indica la fecha en que ingresa el pedido a nuestra bodega.

$$LTC = \left(\frac{\text{Existencia}}{\text{Planificado}} \right) * \text{Ciclo}$$

- Cantidad óptima de pedido: cantidad óptima de accesorios para mantener nuestros niveles de inventarios con lo suficiente para cumplir con la demanda establecida sin interrupción y al mismo tiempo no tener demasiado capital invertido en existencia de materiales.

$$Q\acute{o}ptimo = (2XS.S.) + N.R.$$

- Existencia 1: cantidad de accesorios al inicio de la planeación de la demanda.
- Existencia 2: cantidad de materia prima luego de haber demandado material. La cantidad óptima ya hizo su ingreso a bodega.

$$\text{Existencia2} = Q\acute{o}ptimo + S.S.$$

- Línea teórica de consumo 2: se calcula de la misma manera que se calculó la primera línea teórica de consumo.

En las tablas XXXVI a la XXXVIII se muestran los ejercicios realizados tomando como ejemplo, accesorio PVC sobre la implementación del manejo de materiales para calcular su nivel de reorden, *stock* de seguridad, nivel máximo, cantidad óptima y los tiempos de órdenes de compra utilizando las fórmulas anteriormente descritas.

Tabla XXXVI. **Manejo de materiales de copla 1 y $\frac{3}{4}$ de pulgada**

	Copla 1 pulgada		Copla $\frac{3}{4}$ pulgadas	
Producción	180	unidades	Producción	180 unidades
Ciclo	3	meses	Ciclo	3 meses
Rnmax	5	meses	Rnmax	5 meses
Nmax	300	unidades	Nmax	300 unidades
Rnr	0,133333	meses	Rnr	0.1 meses
Nr	8	unidades	Nr	6 unidades
Rss	0.1	meses	Rss	0,033333 meses
Ss	6	unidades	Ss	2 unidades
Qop	20	unidades	Qop	10 unidades
Exi 1	8	unidades	Exi 1	13 unidades
Exi 2	26	unidades	Exi 2	12 unidades
Ltc 1	0,133333	meses	Ltc 1	0,216667 meses
Ltc 2	0,722222	meses	Ltc 2	0.2 meses
Orden compra	0	meses	Orden compra	0,137879 meses
Orden compra 2	0,65	Meses	orden compra 2	0.12 Meses

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. Manejo de materiales de codo 1 y ¾ de pulgada

CODO ¾ pulgada			CODO 1 pulgada		
Producción	270	unidades	Producción	200	unidades
Ciclo	3	meses	Ciclo	3	meses
Rnmax	5	meses	Rnmax	5	meses
Nmax	450	unidades	Nmax	333,3333	unidades
Rnr	0,133333	meses	Rnr	0,166667	meses
Nr	12	unidades	Nr	11,11111	unidades
Rss	0,066667	meses	Rss	0,1	meses
Ss	6	unidades	Ss	6,666667	unidades
Qop	24	unidades	Qop	24,44444	unidades
Exi 1	19	unidades	Exi 1	7	unidades
Exi 2	30	unidades	Exi 2	31,11111	unidades
Ltc 1	0,211111	meses	Ltc 1	0,105	meses
Ltc 2	0,333333	meses	Ltc 2	0,466667	meses

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. Manejo de materiales de adaptador macho de 1 pulgada

ADAPTADOR MACHO DE 1"		
Producción	180	unidades
Ciclo	3	meses
Rnmax	5	meses
Nmax	300	unidades
Rnr	0,1	meses
Nr	6	unidades
Rss	0,066667	meses
Ss	4	unidades
Qop	14	unidades
Exi 1	6	unidades
Exi 2	18	unidades
Ltc 1	0,1	meses
Ltc 2	0,3	meses

Fuente: elaboración propia.

4.4.2.1. Creación de un *stock* de accesorios con base en inventario propuesto

La creación de un *stock* de seguridad es importante para evitar retrasos de tiempos de compra, costos de transporte y crecimiento de la demanda de los servicios que presta la empresa.

El establecimiento del mínimo de accesorios en el inventario se realizara mediante el análisis de la tendencia de salidas y entradas de accesorios del inventario UEPS. La tabla XXXIX detalla los *stocks* de seguridad definidos por el sistema de manejo de materiales anteriormente descrito.

Tabla XXXIX. Definición del *stock* de seguridad

Accesorio	Entra	Sale	Días	Máximo	Mínimo
Copla 1"	20	4	21	300	6
Copla ¾"	10	3	6	300	2
Codo ¾"	24	4	10	450	6
Codo 1"	25	4	14	334	7
Adaptador macho de 1"	14	3	9	300	4

Fuente: elaboración propia.

En la tabla elaborada, para la copla de 1 pulgada entraran 20 unidades las cuales tendrán una duración de 21 días y su *stock* de seguridad será de 6 unidades, para la copla de ¾ de pulgada el pedido será de 10 unidades, la duración de los accesorios será de 6 días y el *stock* de seguridad es de 2 unidades. Para el codo de ¾ de pulgada su pedido es de 24 unidades con duración de 10 días y un *stock* de 6 unidades como mínimo y para el codo de 1 pulgada tendrá un pedido de 25 unidades, su duración es de 14 días y un

mínimo de 7 unidades. El adaptador macho de 1 pulgada la cantidad pedida es de 14 unidades, duración de 9 días y su *stock* de 4 unidades.

4.4.2.2. Órdenes de compra de accesorios

Las órdenes de compra se definirán con base en la planificación del sistema de manejo de materiales, utilizando los resultados de los ejercicios realizados para cada accesorio para definir las fechas que deben realizarse el pedido de los materiales. Los pedidos se realizarán por medio de los documentos implementados para llevar un control de las órdenes de compra. A continuación se presentan las fechas y la cantidad de accesorios a comprar.

Tabla XL. **Fechas de compra de accesorios**

	Pedido 1	Pedido 2	Cantidad
Copla de 3/4"	4 de agosto	8 de agosto	10
Copla de 1"	1 de agosto	20 de agosto	20
Codo 3/4"	4 de agosto	13 de agosto	24
Codo de 1"	1 de agosto	13 de agosto	25
Adaptador macho de 1 1/4"	1 de agosto	8 de agosto	14

Fuente: elaboración propia.

Se observa que hay órdenes de compra de accesorios que se realizan el mismo día que otros por lo tanto hace en un solo pedido. Los documentos de las órdenes de compra serán como se presenta en la figura 67.

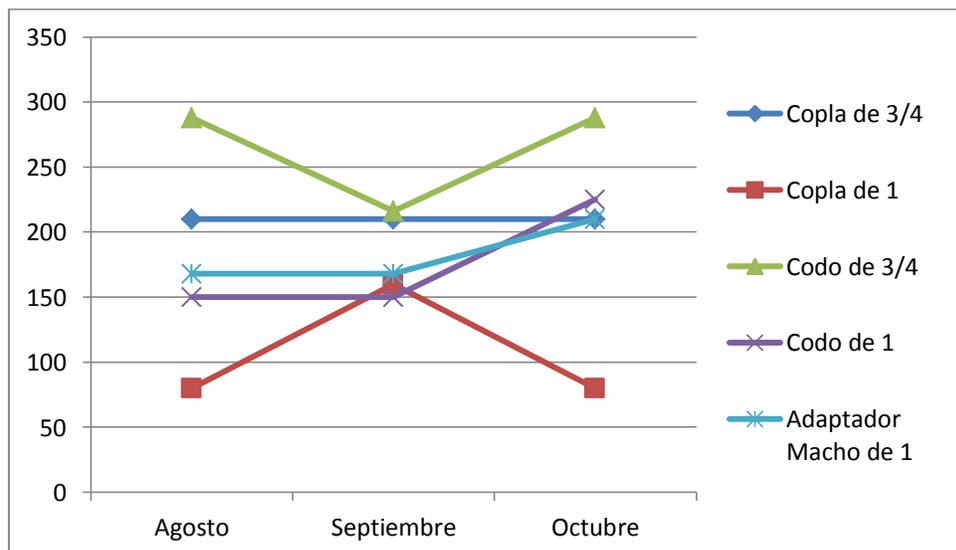
4.4.2.3. Costos de compras

Se analizarán los costos generados de las órdenes de compra establecidas por el manejo de materiales propuesto para los meses de agosto, septiembre y octubre. El costo unitario quedara establecido por el precio del mejor proveedor. En la sección 4.5.1 se definirá quien será el principal proveedor mediante un análisis de precios, distancia, tiempos de entrega y calidad.

- Técnicas estadísticas

Se grafica la tendencia de los costos que generan las órdenes de compra en la requisición de nuevos materiales y accesorios (ver figura 68).

Figura 68. Costos de orden de compra de accesorios



Fuente: elaboración propia.

La grafica demuestra que los costos se mantiene constantes para la copla de $\frac{3}{4}$ de pulgada con respecto a las demás tendencias donde se observa que hay alzas y bajas de costos debido a que en cada mes pueden haber más o menos órdenes de compras en el trimestre presentado.

- Costeo de accesorios

En la tabla XLI se presentan las cantidades de accesorios con sus respectivos costos que generan las futuras adquisiciones durante el trimestre que se proyectó para el abastecimiento de accesorios.

Tabla XLI. **Costos y cantidad de compra de accesorios**

Accesorio	Agosto		Septiembre		Octubre	
	Cantidad	Total	Cantidad	Total	Cantidad	Total
Copla de $\frac{3}{4}$ "	70	210	70	210	70	210
Copla de 1"	20	80	40	160	20	80
Codo de $\frac{3}{4}$ "	96	288	72	216	96	288
Codo de 1"	50	150	50	150	75	225
Adaptador Macho de 1"	56	168	56	168	70	210

Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la implementación del sistema, se observa claramente que hay meses que se compran más o menos accesorios generando alzas y bajas en costos, pero que se mantienen constantes en el trimestre.

- Registros de facturas de compra de accesorios en instalación y servicios de mantenimiento.

Se presenta una plantilla para registrar todas las facturas de las compras que irán identificadas con el número de las órdenes de compra para poder tener un mayor control de los costos de las compras. Este documento será electrónico y servirá para el análisis mensual de las compras visualizando la tendencia de alzas y bajas que tienen los costos de compras.

Figura 69. **Plantilla de registro de facturas**

1	Fecha	Proveedor	Descripción	Cantidad	Precio	Descuento	Total	Numero de Orden de Compra	Aprobado por
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									

Fuente: elaboración propia.

4.5. Proveedores

La selección de los 3 proveedores se basó en los datos recopilados de las facturas comprendidas en el primer semestre sin nombrar a los proveedores debido a la política que tiene la empresa por lo tanto se les asignará una letra como símbolo de identificación. Se tomaron factores como la localización, años de laborar, relación con el personal administrativo y operativo, tiempos de respuesta, precios, calidad e infraestructura.

4.5.1. Establecer proveedor según ofrecimiento de precios, calidad y tiempos de respuesta

Para determinar el mejor proveedor se tomaron en cuenta varios elementos como los precios y descuentos que ofrecen a la hora de realizar pedidos grandes de accesorios, los tiempos de entrega y la calidad de los productos. En cuanto a la calidad del producto, los 3 proveedores ofrecen la misma marca del producto con la que se ha estado trabajando debido a su durabilidad, precisión en las medidas, precios, fácil instalación, eficiencia en soportar altas presiones y sobretodo, el cumplimiento con las normas de calidad NTC-1087. En la tabla XLII se comparan los precios que ofrecen los proveedores.

Tabla XLII. **Comparación de proveedores**

Proveedor	Accesorio	Cantidad	Precio
A	Copla 1"	5 unidades	5
	Copla ¾"	5 unidades	4
	Codo 1"	5 unidades	5
	Codo ¾"	10 unidades	3
	Adaptador macho de 1"	5 unidades	6
B	Copla 1"	10 unidades	2,15

Continuación de la tabla XLII.

	Copla ¾"	10 unidades	1,25
	Codo 1"	10 unidades	4
	Codo ¾"	10 unidades	2,5
	Adaptador macho de 1"	10 unidades	4
C	Copla 1"	10 unidades	1,89
	Copla ¾"	10 unidades	1,06
	Codo 1"	10 unidades	3,68
	Codo ¾"	10 unidades	1,4
	Adaptador macho de 1"	10 unidades	2,83

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que el proveedor C ofrece el mejor precio por comprar 10 unidades de cada accesorio, el proveedor B le sigue con precios aceptables por la compra de 10 unidades y el proveedor C solamente por la compra de 5 unidades ofrecía ese precio, por lo que se descarta este último proveedor. Los tiempos de entrega de las compras de los accesorios son inmediatos y si no hubiese algún accesorio en existencia, el tiempo máximo tardío es de 4 días. Las dos compañías que proveen de estos accesorios tienen un respaldo aproximadamente de 20 años de laborar y la comunicación con los gerentes es fluida y amigable.

4.5.2. Localización de proveedor más cercano

Se analiza el proveedor más cercano que cumplió con las exigencias presentadas en cuanto a distancias, vías de acceso, zona e infraestructura. La siguiente tabla describe las zonas donde se encuentran, así como los puntos de acceso e infraestructura ponderando una escala de 1-10 (10 = excelente, 1 = malo).

Tabla XLIII. **Localización de proveedores**

Proveedor	Zona	Puntos de acceso	Infraestructura
B	6 de Mixco	1	8
C	3 de Mixco	2	9

Fuente: elaboración propia.

El proveedor C se encuentra ubicado en la Calzada San Juan zona 3 de Mixco, la ventaja que presenta este proveedor es el precio, la infraestructura y la amplia gama de materiales que tienen a disposición. Su desventaja es el lugar donde se ubica debido al congestionamiento de vehículos, la falta de parqueo por varios clientes que lo frecuentan. El proveedor B se ubica en lugares aledaños a la empresa, su precio es aceptable ya que lo compensa con el costo de transporte y el tiempo de demora en ir a comprar los accesorios con el proveedor B. La desventaja es que no presenta una amplia gama de accesorios como el proveedor C, pero cumple con todos los accesorios que solicita la empresa.

Como resultado de esta comparación se determinó que el proveedor C será el principal distribuidor debido a la cercanía y ahorro en tiempos y costos de transporte cumpliendo con los pedidos solicitados de la empresa.

5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Accesorios PVC

El PVC es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo. La resina que resulta de esta polimerización es la más versátil de la familia de los plásticos; pues, además de ser termoplástica, a partir de ella se pueden obtener productos rígidos y flexibles. A partir de procesos de polimerización, se obtienen compuestos en forma de polvo o pellet, plastisoles, soluciones y emulsiones.

Además de su gran versatilidad, el PVC es la resina sintética más compleja y difícil de formular y procesar, pues requiere de un número importante de ingredientes y un balance adecuado de éstos para poder transformarlo al producto final deseado.

5.1.1. Historia de material PVC

Resulta paradójico que uno de los polímeros comerciales menos estables sea al mismo tiempo uno de los materiales plásticos más interesantes de la actualidad, lo que se refleja en la gran cantidad de toneladas que se consumen anualmente en el mundo. Ese éxito comercial, se ha debido principalmente, al desarrollo de estabilizantes adecuados, y de otros aditivos que han hecho posible la producción de compuestos termoplásticos de gran utilidad. El cloruro de vinilo en su forma de monómero, fue descubierto por Henri Victor Regnault en 1835, y en 1872 por Eugen Baumann en situaciones diferentes.

Regnault produjo cloruro de vinilo cuando trataba dicloroetano con una solución alcohólica de hidróxido de potasio. También descubrió, accidentalmente, el poli (cloruro de vinilo), por medio de la exposición directa del monómero a la luz del día. Sin embargo, no advirtió la importancia de sus descubrimientos, ni comprendió que el polvo blanco contenido en el vaso de precipitados de vidrio, era el polímero del líquido obtenido al comienzo. Baumann tuvo éxito en 1872, al polimerizar varios haluros de vinilo y fue el primero en obtener algunos de estos en la forma de producto plástico. Ostrominlensky estableció en 1912 las condiciones para la polimerización del cloruro de vinilo y, desarrolló técnicas convenientes en escala de laboratorio. Klätte de Grieskein descubrió en 1918 los procesos que aún se emplean en la actualidad para la producción de cloruro de vinilo a través de la reacción en estado gaseoso, del cloruro de hidrógeno y del acetileno, en presencia de catalizadores.

Senon de la B. F. Goodrich Company, y Reid de la Carbide and Chemical Carbon Company, obtuvieron patentes para la producción de PVC que pueden ser considerados como los puntos de partida para la producción industrial de este material. El desarrollo de un PVC de alto impacto constituye uno de los descubrimientos de mayor importancia en la segunda mitad del siglo XX, en relación con este material.

5.1.2. Aplicación de material PVC

Los principales rubros donde se emplea el PVC se distribuyen en bienes de consumo, construcción, *packaging*, industria eléctrica, agricultura y otros. Cabe destacar que, debido a las propiedades antes mencionadas, que tiene el PVC, es muy importante para el sector de la construcción.

A continuación se presentan las áreas donde se utilizan los materiales PVC:

- Construcción: aislamiento de cables y alambres, marcos de puertas y ventanas, ductos y tuberías, membranas de revestimiento y de tejados, tapices de paredes, suelo, losetas y perfilería.
- Juguetes: muñecas, patos de baño, juguetes playeros inflables, piscinas para niños, pelotas y algunos artículos para el cuidado del bebé.
- Automóviles: paneles para puertas, tableros, asientos, molduras, cables eléctricos, perfiles para sello de ventanas, filtros para aire y aceite y selladores automotrices y arneses.
- Empaque: garrafones y botellas para agua purificada, botellas para aceite comestible, vinagre y jugos de fruta, así como para envasar productos farmacéuticos, cosméticos, limpiadores y aditivos automotrices, película para empaque de carne, frutas y vegetales, empaque rígido para medicinas y productos diversos, plastilatas y sellos de garantía.
- Medicina: guantes quirúrgicos, tubos, bolsas para sueros, bolsas para transfusiones de plasma y sangre, diálisis. Estudios realizados demuestran que el uso del PVC como material en contacto con la sangre y el plasma, permite prolongar en un 30 por ciento la vida útil de estas sustancias biológicas.
- Agricultura: tuberías para riego, mangueras, película para invernadero y almacenamiento de agua.

- Mobiliario: muebles para casa de habitación, oficina y jardín.
- Calzado: zapatos, suelas para tenis, botas para jardín e industriales, sandalias.
- Electricidad y electrónica: recubrimiento para cable eléctrico, de uso doméstico, telefonía e industria, recubrimiento para cable telefónico, recubrimiento para cable industrial y recubrimiento para cable de uso doméstico.

5.1.3. Clasificación de material PVC

El PVC puede clasificarse de cuatro maneras:

- Por su método de producción:
 - Suspensión, dispersión, masa, solución
- Peso molecular:
 - Alto, medio y bajo
- Tipo de monómeros:
 - Homopolímeros y copolímeros
- Formulación:
 - Rígido y flexible

5.1.4. Características del material PVC

- Tiene una elevada resistencia a la abrasión, junto con una baja densidad ($1,4 \text{ g/cm}^3$), buena resistencia mecánica y al impacto, lo que lo hace común e ideal para la edificación y construcción.
- Al utilizar aditivos tales como estabilizantes, plastificantes entre otros, el PVC puede transformarse en un material rígido o flexible, característica que le permite ser usado en un gran número de aplicaciones.
- Es estable e inerte por lo que se emplea extensivamente donde la higiene es una prioridad, por ejemplo, los catéteres y las bolsas para sangre y hemoderivados están fabricadas con PVC, así como muchas tuberías de agua potable.
- Es un material altamente resistente, los productos de PVC pueden durar hasta más de sesenta años como se comprueba en aplicaciones tales como tuberías para conducción de agua potable y sanitarios; de acuerdo al estado de las instalaciones se espera una prolongada duración del PVC así como ocurre con los marcos de puertas y ventanas.
- Debido a los átomos de cloro que forman parte del polímero PVC, no se quema con facilidad ni arde por si solo y cesa de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado. Los perfiles de PVC empleados en la construcción para recubrimientos, cielorrasos, puertas y ventanas, se debe a la poca inflamabilidad que presenta.

- Para aislar y proteger cables eléctricos en el hogar, oficinas y en las industrias debido a que es un buen aislante eléctrico.
- Es flexible y moldeable sin necesidad de someterlo a altas temperaturas (basta unos segundos expuesto a una llama) y mantiene la forma dada y propiedades una vez enfriado a temperatura ambiente, lo cual facilita su modificación.
- Alto valor energético: cuando se recupera la energía en los sistemas modernos de combustión de residuos, donde las emisiones se controlan cuidadosamente, el PVC aporta energía y calor a la industria y a los hogares.
- Rentable: bajo coste de instalación.

5.2. Reciclaje de material PVC

El PVC es fácilmente reciclable y una vez reciclado tiene una gran variedad de aplicaciones. Si estudiamos la historia del PVC, vemos que su reciclaje es tan antiguo como su fabricación, lo que muestra que esta es viable tecnológicamente y económicamente.

El PVC otorga amplios beneficios ecológicos a la sociedad en general, ya que:

- Tiene baja dependencia del petróleo, recurso no renovable.
- Menor consumo de energía en su obtención y procesamiento.
- Es posible elaborar botellas de PVC reciclado.

- Debido a su ligereza, el transporte de productos terminados de PVC permite un menor consumo de combustible.
- Permite la elaboración marcos de ventanas con material reciclado.
- Opciones para el manejo de desechos.

5.2.1. Empresas dedicadas al reciclaje PVC

En Guatemala solamente se pudieron encontrar 3 empresas dedicadas al reciclaje de material PVC debido a que en Guatemala no se tiene una cultura de reciclaje y se está trabajando en hacerle énfasis a las personas sobre la importancia y los beneficios que otorga el reciclaje. Se propondrá una comunicación sobre el material sobrante que tiene la empresa para el aprovechamiento y ayuda al medio ambiente.

- Ecogénica, S. A: empresa fundada en Guatemala con más de una década de experiencia dedicada a la manufactura de productos plásticos en un proceso limpio y eficiente. El cuidado del medio ambiente es un factor clave dentro de sus valores y es por eso que su materia prima principal es polietileno reciclado, el cual es procesado para ofrecerte productos de calidad, eco-amigables a un excelente precio.
- Recindustrial: Reciclaje en general especialmente plástico, ldpe, hdpe, pp, pete, pvc, pc, hips, ps. Negocios en industria: plástica, textil, química, metales, chatarra, inyeccion, molienda.
- Recicladora Nacional: Ofrece servicios de recolección de desechos plásticos, cartón, metales y textiles. Presta el servicio de recolección en cualquier lugar del país y los precios de compra varían en función de cantidad y calidad del material a recolectar.

5.2.2. Recolección de material PVC por tipo, uso y tamaño

La recolección del material PVC sobrante utilizado en los servicios de instalación y mantenimientos será en los lugares donde se prestaron los servicios. En bodega se almacenarán todos los accesorios utilizados. La recolección del material sobrante se clasificará dependiendo de su tipo, el uso y el tamaño que tengan. Es muy importante separar los accesorios en cuanto a su tipo porque se almacenarán en bodega en un cajón exclusivo de accesorios reciclados para cada estantería de cada tipo de accesorio como por ejemplo, codo, adaptador macho, coplas, etc.

5.2.3. Procedimiento de reciclaje

El procedimiento del reciclaje dentro de la empresa se realizará siguiendo los siguientes pasos básicos:

- Con los accesorios recortados por reemplazo u algún desperfecto, se recogen todos los accesorios que están en el lugar de instalación almacenándolos en una caja que llevarán los técnicos en los autos.
- Transportarán la caja de accesorios usados hacia bodega.
- En bodega habrá un tonel exclusivamente para el almacenamiento de los accesorios que se reciclarán.
- Cada semana se clasificarán los accesorios utilizados por tipo y por el uso.

- Se ubicarán solamente los accesorios que se podrán utilizar si satisfacen los requisitos establecidos en las estanterías de la bodega. Estos requisitos serán determinados en la clasificación de los accesorios más adelante.
- Al final de cada mes, se realizará un recuento sobre la cantidad de accesorios que se tienen en el tonel para poder enviarlos a las empresas recicladoras.

5.2.4. Clasificación de material reciclado

Se clasificarán los accesorios por dos grupos, estos son:

- Grupo A: este grupo tendrá la característica de verificar el estado que se encuentran los accesorios, el uso que se le dará y la renovación de los accesorios. Se tendrá una escala de 1-10 para ponderar los siguientes aspectos:
 - Estado general
 - Daños
 - Suciedad
 - Reutilizable
 - Rosca
- Grupo B: en este grupo irán todos los accesorios que no se utilizarán y que no cumplieron con los requisitos para volver a usarlos.

5.2.5. Aplicación de material PVC

Los materiales que se irán a utilizar nuevamente, se aplicarán si hubiese necesidad de utilizarlos en caso de algún accesorio faltante, en servicios de mantenimiento preventivo y correctivo.

5.3. Material PVC reutilizable

El PVC tiene la particularidad que puede ser reutilizado, el mismo es reciclable y pueden dársele diferentes aplicaciones; a continuación se describen las consideraciones que se deben tener con el PVC para su reutilización.

5.3.1. Limpieza

Los materiales seleccionados para la reutilización, se someterán a limpieza profunda, eliminando impurezas y materiales adheridos no pertenecientes al accesorio. Luego de la limpieza profunda se identificarán con pintura de color verde. Los materiales que se utilizarán serán: agua, jabón industrial, *thinner*, *waipe*, trapos y *sprays* de color verde.

5.3.2. Proceso para crear accesorios PVC

Este proceso será elaborado para el reacondicionamiento del material reciclado para que este en óptimas condiciones y tenga una mejor presentación.

- Las piezas recortadas de mantenimientos e instalaciones se recortarán en segmentos de 5 centímetros solamente para tubos PVC.

- Se limpian las piezas con jabón industrial y waipe para quitar cualquier suciedad que posea el tubo utilizado.
- Se calentará el tubo por un periodo entre 3-5 minutos hasta que el material se vuelva frágil para poder manipularlo, aumentando el diámetro original mediante la introducción de un tubo de medida adecuada. Esto servirá para crear uniones de tubos para cuando se necesite de alguna unión y no se tenga accesorios para realizar esta tarea.
- Se limpia nuevamente el material con jabón industrial y waipe para quitar la suciedad adquirida por el calor.
- Se pintan con *spray* de color verde todos los accesorios reutilizables.

CONCLUSIONES

1. Elaboración del instructivo de instalación y mantenimientos de equipos de bombeo residencial actual en donde se identificaron causas que provocan retrasos en la operación de los servicios, por lo tanto se documentaron todas las actividades para evaluarlas.
2. Hubo mejoras al proceso mediante un estudio de tiempos en el lugar de trabajo, estableciendo el tiempo estándar para la instalación de equipos y para los mantenimientos logrando eliminar tiempos de ocio así como la identificación de la explosión de materiales con el fin de reducir el uso inadecuado y/o falta de accesorios en la ejecución de la obra y la reducción de costos al definir los materiales necesarios para realizar cada servicio que presta la empresa.
3. Propuesta del inventario ABC como herramienta de control de los materiales almacenados en bodega segmentando cada grupo, desde los accesorios de mayor rotación que generan altos costos, hasta los de menor rotación con menor costo, esto con ayuda del inventario UEPS que género menor costo a la hora de manejar las entradas y salidas de los artículos de mayor rotación.
4. El manejo de materiales es un método factible debido a la reducción que se tiene en cuanto a costos por compras al establecer precios fijos con los proveedores de los precios de los pedidos así como almacenar la cantidad óptima en el inventario eliminando cantidades innecesarias de artículos que no se utilizan frecuentemente.

5. La propuesta del manejo de materiales no solamente elimina costos y cantidades de accesorios innecesarios, sino que también define la cantidad óptima de pedidos, almacenamiento máximo de artículos, *stock* de seguridad de inventarios, fechas de pedidos y la duración que tendrán los artículos en el inventario.

RECOMENDACIONES

1. Para evaluar y mejorar un proceso es necesario contar con documentación previa para obtener un indicador y controles así como un conocimiento de la situación actual de los procesos ejecutados de la empresa para identificar todas las causas que no generen valor al servicio otorgado, sirviendo como referencia para mejoras del proceso, que posteriormente se documentarán, para comparar los registros identificados anteriormente y evaluar si los resultados son favorables.
2. Para el mejoramiento del instructivo es necesario llevar una correcta administración y control de todas las actividades mediante registros creados y mejores procesos, implementando medidas administrativas de monitoreo, como la planificación de actividades diarias en mantenimientos y/o instalación, la ejecución de las órdenes de compra de accesorios, control de *stock* de inventario y reportes de accesorios utilizados.
3. Las finanzas de una empresa son de suma importancia que deben ser administradas correctamente por lo tanto se deben de tener controles sobre compras de accesorios, mantenimientos a vehículos y compresores, evitando tener costos altos por eventualidades que pueden ser evitadas por una planificación anticipada de los costos mensuales que se tendrán. También es importante tener indicadores financieros sobre las ventas y servicios realizados así como el costo de producción que conllevo la realización del mismo.

4. La implementación del método de manejo de materiales es vital para el funcionamiento óptimo del inventario debido a la reducción de costos, correcto almacenamiento de piezas de mayor rotación y planeación de órdenes de compra en tiempos establecidos.

5. El control de *stock* de inventario de accesorios y la explosión de materiales utilizados son aspectos relevantes en un proceso de instalación y/o mantenimientos ya que cada uno es de suma importancia para el cumplimiento de las expectativas del cliente. Para ello se debe monitorear todo lo relacionado a la calificación del servicio, por lo que es recomendable realizar indicadores de satisfacción para contribuir con una mejora continua en los procesos de instalación y/o mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Aplicaciones de PVC*. [en línea]. <<http://www.aniq.org.mx/provinilo/aplicaciones.asp>>. [Consulta: agosto 6 de 2012].
2. *Bombas ISO 5199*. [en línea]. <[http://www.sulzer.com/es/Products-and-Services/Pumps - and - Systems / Single - Stage - Pumps/ISO5199 Pumps](http://www.sulzer.com/es/Products-and-Services/Pumps-and-Systems/Single-Stage-Pumps/ISO5199Pumps)>. [Consulta: octubre 16 de 2012].
3. FUCCI, R., TOMAS A. *El gráfico ABC como técnica de gestión de inventarios*. [en línea]. <<http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/abc.pdf>>. [Consulta: agosto 4 de 2012].
4. GAMBOA FARIÑAS, Yugly Lucie. *Optimización de la estructura organizativa de salud ocupacional*. [en línea]. <[http://www.monografias.com/trabajos85/optimizacion-estructura-organizativa-salud-ocupacional-edelca / optimizacion - estructura - organizativa-salud-ocupacional-edelca2.shtml](http://www.monografias.com/trabajos85/optimizacion-estructura-organizativa-salud-ocupacional-edelca/optimizacion-estructura-organizativa-salud-ocupacional-edelca2.shtml)>. [Consulta: junio 27 de 2012].
5. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición de trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1999. 155 p.
6. *Guatemala a cambio de*. [en línea]. <<http://guatemala.acambiode.com/empresas?find=reciclaje>>. [Consulta: agosto 6 de 2012].
7. *Medio ambiente y reciclaje*. [en línea]. <<http://www.aniq.org.mx/provinilo/medioambiente.asp>>. [Consulta: agosto 6 de 2012].

8. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y medición de trabajo*. 11a ed. México: Alfaomega, 2005. 746 p.
9. *Policloruro de vinilo*. [en línea]. < http://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro_de_vinilo>. [Consulta: agosto 6 de 2012].

APÉNDICES

Apéndice 1. Instructivo de Instalación de equipo industrial

	Edición: 1ERA	INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN DE EQUIPO RESIDENCIAL	Fecha: JULIO 2012	Código: INS001
		ELABORADO POR: PABLO LÓPEZ		

1) ANTECEDENTES

El servicio de instalación de un equipo de bombeo es fundamental en las operaciones de Hidrocasa, es por esta razón que se debe mejorar el proceso de instalación optimizando los recursos, tiempos y costos que se utilizan para brindar un servicio de calidad.

2) OBJETIVO

Optimizar recursos, tiempos y costos que genera la instalación de equipo de bombeo brindando un servicio de calidad hacia los clientes.

3) ALCANCE

El procedimiento es aplicable desde el momento en que el técnico realiza la visita al lugar hasta la entrega de la obra finalizada.

4) REFERENCIA INTERNA

- No aplica.

5) REFERENCIA EXTERNA

- Manual de instalación de equipos de bombeo.

6) RESPONSABLE(S) DE APLICACIÓN

Los responsables de la correcta aplicación de este procedimiento son los técnicos y vendedores.

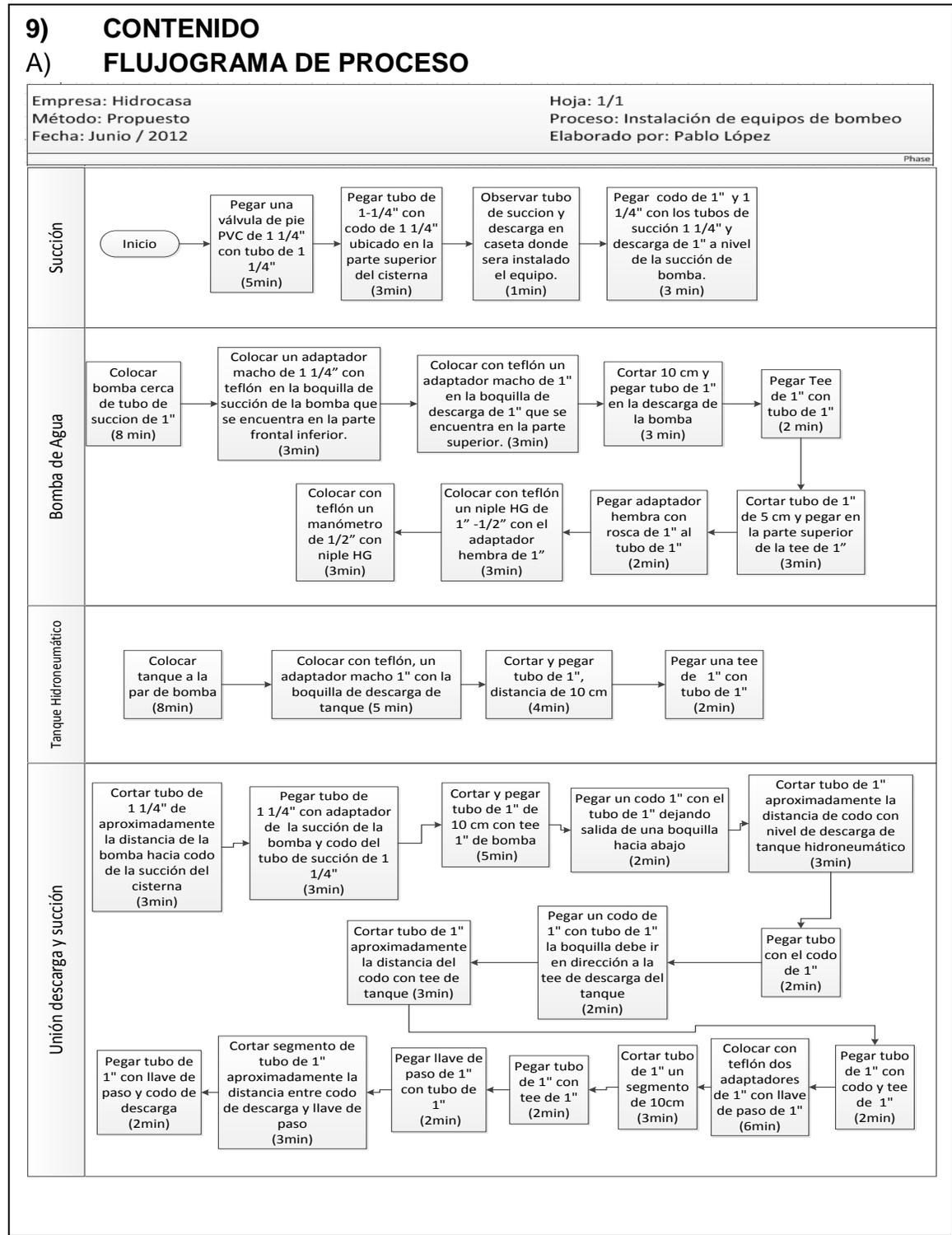
7) RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS

- **Técnico:** Responsable de realizar la instalación de los diferentes equipos de bombeo cumpliendo con los procedimientos de instalación descrito en el documento.
- **Vendedores:** Responsable directo de la supervisión y entrega de la obra terminada por los técnicos.

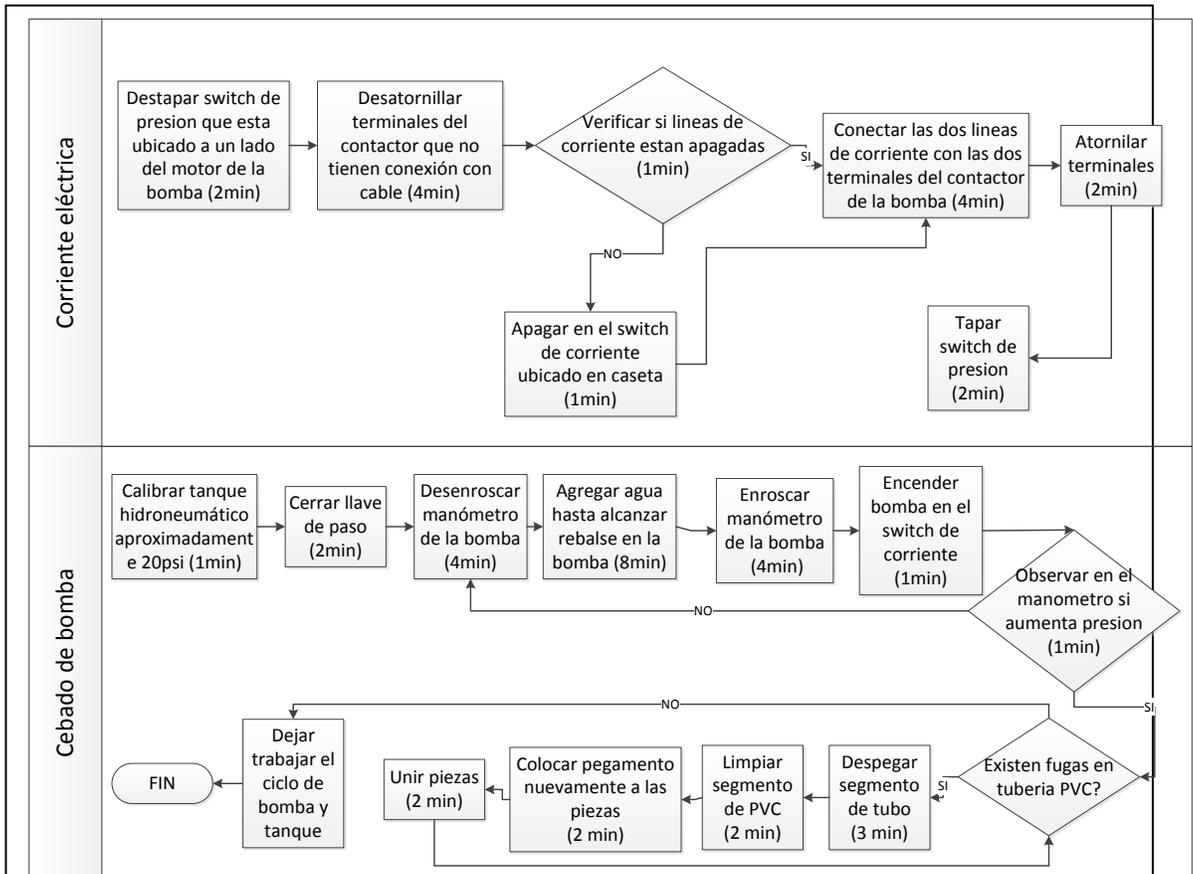
8) SIMBOLOGÍA

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> •  : Operación. •  : Decisión. •  : Documento. | <ul style="list-style-type: none"> •  : Inicio/Fin de proceso •  : Proceso establecido. |
|---|---|

Continuación apéndice 1.



Continuación apéndice 1.



B) DESARROLLO

10.1) SUCCIÓN DE BOMBA

- A. Se debe pegar una válvula de pie PVC de 1 ¼” con el tubo de 1 ¼”, luego aplicar pegamento al otro costado del tubo y unir con el codo de 1 ¼” que está en la parte superior del tanque cisterna.
- B. En la caseta, se deberán pegar un codo de 1” y 1 ¼” con los tubos de descarga de 1” y succión de 1 ¼”.

10.2) BOMBA DE AGUA.

- A. Colocar bomba de agua cerca del tubo de succión del tanque cisterna, colocar en la rosca del adaptador macho 1 ¼” teflón y enroscar hacia boquilla de succión que se encuentra en la parte inferior frontal.
- B. Colocar con teflón, un adaptador macho de 1” en la descarga de la bomba que se encuentra en la parte superior.
- C. Cortar 10 cm de tubo PVC 1”, colocar pegamento en tubo y adaptador macho y unir ambos accesorios.

Continuación apéndice 1.

- D. Colocar pegamento en tee 1" y tubo y unir ambos.
- E. Cortar 5 cm de tubo PVC 1", colocar pegamento en la parte superior de la tee 1" y tubo y unirlos.
- F. Colocar pegamento a adaptador hembra con rosca 1" y unir con tubo de 1".
- G. Colocar con teflón un niple de HG de 1"-1/2" con el adaptador hembra.
- H. Colocar con teflón, manómetro 1/2" con niple HG.

10.3) TANQUE HIDRONEUMÁTICO

- A. Colocar tanque hidroneumático a la par de bomba de agua.
- B. Colocar teflón a adaptador macho 1" con la boquilla de succión/descarga del tanque hidroneumático.
- C. Cortar 10 cm de tubo PVC 1" y pegarlo con el adaptador macho 1".
- D. Colocar pegamento a tee 1" y tubo y unir ambos.

10.4) UNIÓN DESCARGA Y SUCCIÓN

- A. Cortar tubo PVC 1 1/4" aproximadamente la distancia que existe entre la boquilla de succión de la bomba con el codo de succión del tanque.
- B. Colocar pegamento a tubo PVC, adaptador macho y codo y unir accesorios.
- C. Cortar 10 cm de tubo PVC y pegar tubo con la tee de la descarga de la bomba de agua.
- D. Colocar pegamento a codo 1" y unirlo con tubo dejando la salida del codo hacia abajo.
- E. Cortar tubo 1" aproximadamente la distancia del codo con el nivel de descarga del tubo del tanque hidroneumático.
- F. Colocar pegamento a tubo PVC y unirlo con el codo de la bomba.
- G. Colocar pegamento a un nuevo codo 1" y unirlo con tubo PVC dejando la salida del codo hacia el lado del tubo del tanque hidroneumático.
- H. Cortar el tubo PVC 1" aproximadamente la distancia de la tee 1" del tanque hidroneumático con codo 1" de la bomba de agua.
- I. Colocar pegamento a tubo, codo y tee y unir accesorios.
- J. Colocar teflón a roscas de dos adaptadores machos 1" y llave de paso 1" y unir accesorios.
- K. Cortar 10 cm de tubo PVC 1".
- L. Colocar pegamento a tubo PVC y tee 1" y unir ambos.
- M. Colocar pegamento a tubo PVC y adaptador macho de llave de paso y unir ambos accesorios.
- N. Cortar tubo PVC aproximadamente la distancia entre codo de descarga de la residencia y llave de paso.
- O. Colocar pegamento a tubo PVC, codo y llave de paso y unir accesorios.

Continuación apéndice 1.

10.5) CORRIENTE ELÉCTRICA

- A. Destapar *switch* de presión ubicado a un costado del motor de la bomba de agua.
- B. Desatornillar terminales del contactor libre de conexión.
- C. Verificar líneas de corriente se encuentran apagadas en el *switch* de encendido/apagado.
 - a. Si no se encuentra apagado, bajar el *flip-on* del *switch* de encendido/apagado.
- D. Si se encuentra apagado, conectar líneas de corriente a terminales libres del *switch* de presión.
- E. Atornillar terminales.
- F. Cubrir *switch* de presión.

10.6) CEBADO DE BOMBA

- A. Calibrar tanque hidroneumático. Deberá tener presión de aire de 20 PSI.
- B. Cerrar llave de paso ubicado en la descarga del tanque hidroneumático.
- C. Desenroscar manómetro de la bomba.
- D. Drenar agua hasta alcanzar el rebalse.
- E. Enroscar manómetro de la bomba.
- F. Encender bomba por medio del *switch* de encendido/apagado.
- G. Observar si manómetro aumenta presión.
 - a. Si no aumenta, volver a realizar el proceso desde el paso C.
- H. Si aumento presión, observar fugas en el sistema de bombeo.
 - a. Si existen fugas, despegar uniones de accesorios donde existe derrame de agua.
 - b. Limpiar segmento de accesorios.
 - c. Colocar pegamento a accesorios.
 - d. Unir piezas.
- I. Si no existen fugas, dejar el sistema de bombeo funcionando.

11) REVISIÓN

El documento presentado deberá ser revisado una vez al año a partir de su fecha de aprobación o cuando (los) responsable(s) de su administración o ejecución así lo soliciten.

12) BIBLIOGRAFIA

No aplica.

13) DISTRIBUCIÓN

El acceso electrónico está disponible para:

- Gerente general.
- Asistente de gerencia.
- Vendedores.

Continuación apéndice 1.

Colaboradores que poseen copia impresa y controlada:

- Técnicos.

11) CAMBIOS/MEJORAS EDICIÓN ANTERIOR

No aplica por ser primera edición.

Fuente: elaboración propia

Apéndice 2. **Instructivo de mantenimiento preventivo de equipo residencial**

	Edición: 1ERA	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO RESIDENCIAL	Fecha: JULIO 2012	Código: MP001
		ELABORADO POR: PABLO LÓPEZ		

1) ANTECEDENTES

El servicio de mantenimiento preventivo de un equipo de bombeo es fundamental en el rendimiento y duración del equipo de bombeo para que este opere en óptimas condiciones, es por esta razón que se debe mejorar el proceso de mantenimiento preventivo.

2) OBJETIVO

Optimizar recursos, tiempos y costos que genera el mantenimiento preventivo del equipo de bombeo, brindando un servicio de calidad hacia los clientes a través del alcance del nivel óptimo de rendimiento del equipo de bombeo.

3) ALCANCE

El procedimiento es aplicable desde el momento en que el técnico realiza la inspección del equipo hasta la entrega de la obra finalizada.

4) REFERENCIA INTERNA

- No aplica.

5) REFERENCIA EXTERNA

- Manual de instalación de equipos de bombeo.

6) RESPONSABLE(S) DE APLICACIÓN

Los responsables de la correcta aplicación de este procedimiento son los técnicos.

7) RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS

- **Técnico:** responsable de realizar el mantenimiento preventivo a los diferentes equipos de bombeo cumpliendo con los procedimientos de mantenimiento descrito en el documento.

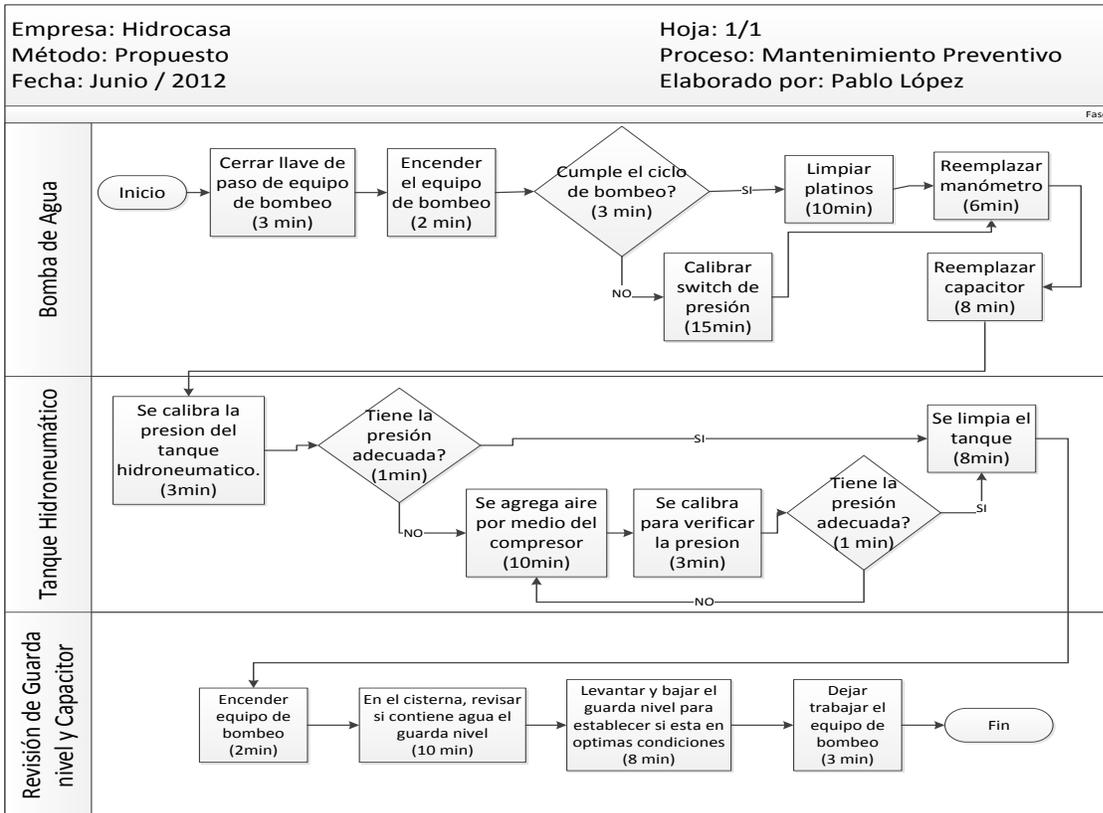
8) SIMBOLOGÍA

-  : Operación.  : Inicio/Fin de proceso
-  : Decisión.  : Proceso establecido.
-  : Documento.

Continuación apéndice 2.

9) CONTENIDO

A) FLUJOGRAMA DE PROCESO



B) DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

10.1) BOMBA DE AGUA

- C. Cerrar llave de paso de equipo de bombeo.
- D. Encender equipo de bombeo hasta alcanzar la máxima presión.
 - a. Si no alcanza la máxima presión y no se apaga el sistema, calibrar el *switch* de presión.
- E. Si realiza el ciclo de bombeo, limpiar los platinos del *switch* de presión.
- F. Reemplazar el manómetro con uno nuevo.
 - a. Remover el antiguo manómetro.
 - b. Colocar con teflón, el nuevo manómetro.
- G. Reemplazar el capacitor.
 - a. Remover el capacitor de la bomba.
 - b. Colocar el nuevo capacitor de la bomba.

Continuación del anexo 10.

10.2) TANQUE HIDRONEUMÁTICO

- I. Calibrar presión del tanque hidroneumático.
 - a. Si no tiene la presión adecuada de 20 PSI, agregar aire por medio del compresor.
 - b. Calibrar nuevamente hasta alcanzar la presión adecuada.
- J. Si tiene presión adecuada, se limpia el tanque hidroneumático.

10.3) REVISION DE GUARDANIVEL

- E. Encender equipo de bombeo.
- F. Levantar tapadera del tanque cisterna.
- G. En la cisterna, con ayuda de un instrumento para alcanzar el guardanivel, inspeccionar si existe agua dentro del protector.
- H. Levantar y bajar guarda-nivel para revisar si el sistema de bombeo se enciende y apaga.

10) REVISIÓN

El documento presentado deberá ser revisado una vez al año a partir de su fecha de aprobación o cuando (los) responsable(s) de su administración o ejecución así lo soliciten.

11) BIBLIOGRAFIA

No aplica.

12) DISTRIBUCIÓN

El acceso electrónico está disponible para:

- Gerente general.
- Asistente de gerencia.
- Vendedores.

Colaboradores que poseen copia impresa y controlada:

- Técnicos.

13) CAMBIOS/MEJORAS EDICIÓN ANTERIOR

No aplica por ser primera edición.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Instructivo de mantenimiento correctivo de equipo residencial**

	Edición: 1ERA	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPO RESIDENCIAL	Fecha: JULIO 2012	Código: MR001
		ELABORADO POR: PABLO LÓPEZ		

1) ANTECEDENTES

El servicio de mantenimiento correctivo de un equipo de bombeo es fundamental para lograr que el equipo de bombeo funcione nuevamente luego de algún desperfecto mecánico que haya ocurrido en el sistema luego de no haber realizado correctamente un servicio preventivo y/o por alguna pieza defectuosa. Se debe mejorar el proceso correctivo del equipo para lograr cumplir con los tiempos prometidos, costos y recursos a utilizar en el servicio.

2) OBJETIVO

Optimizar recursos, tiempos y costos que genera el mantenimiento correctivo del equipo de bombeo brindando un servicio de calidad hacia los clientes a través del alcance del cumplimiento de entrega del trabajo dentro de las fechas ofrecidas.

3) ALCANCE

El procedimiento es aplicable desde el momento en que el técnico realiza la inspección del equipo hasta la entrega de la obra finalizada.

4) REFERENCIA INTERNA

- No aplica.

5) REFERENCIA EXTERNA

- No aplica.

6) RESPONSABLE(S) DE APLICACIÓN

Los responsables de la correcta aplicación de este procedimiento son los técnicos.

7) RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS

- **Técnico:** responsable de realizar el mantenimiento correctivo a los diferentes equipos de bombeo cumpliendo con los procedimientos de mantenimiento descrito en el documento.

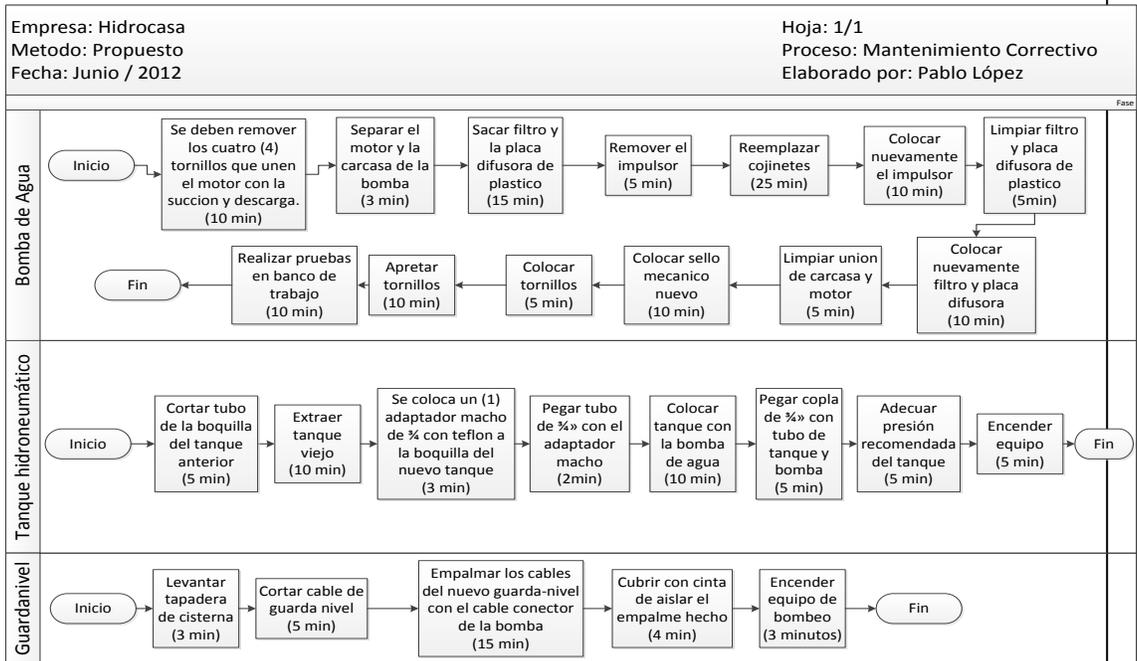
14) SIMBOLOGÍA

-  : Operación.  : Inicio/Fin de proceso
-  : Decisión.  : Proceso establecido.
-  : Documento.

Continuación del anexo 10.

1) CONTENIDO

A) FLUJOGRAMA DE PROCESO



B) DESARROLLO

10.1) BOMBA DE AGUA

- H. Remover los cuatro tornillos que unen el motor con la succión y descarga.
- I. Separar el motor y la carcasa de la bomba.
- J. Sacar el filtro y la placa difusora de plástico.
- K. Remover impulsor.
- L. Reemplazar cojinetes viejos con nuevos.
- M. Colocar nuevamente el impulsor de la bomba.
- N. Limpiar filtro y placa difusora de plástico.
- O. Colocar filtro y placa difusora.
- P. Limpiar carcasa y motor.
- Q. Colocar sello mecánico nuevo.
- R. Colocar los cuatro tornillos.
- S. Apretar tornillos.
- T. Encender bomba de agua.

Continuación del anexo 10.

10.2) TANQUE HIDRONEUMÁTICO

- K. Cortar tubo de la boquilla de succión/descarga del antiguo tanque hidroneumático.
- L. Extraer tanque antiguo.
- M. Colocar con teflón, adaptador macho $\frac{3}{4}$ " o 1" con teflón a la boquilla de succión/descarga del nuevo tanque hidroneumático.
- N. Colocar pegamento a tubo PVC $\frac{3}{4}$ " o 1" con adaptador.
- O. Colocar nuevo tanque hidroneumático en la posición del antiguo tanque.
- P. Colocar pegamento a copla de $\frac{3}{4}$ " o 1", tubos PVC y unir accesorios.
- Q. Revisar presión de aire del tanque hidroneumático.
 - a. Si no tiene la presión adecuada de 20 PSI, agregar aire por medio del compresor.
 - b. Calibrar nuevamente hasta alcanzar la presión adecuada.
- R. Si tiene presión adecuada, encender equipo.

10.3) GUARDANIVEL

- I. Levantar tapadera del tanque cisterna.
- J. En el cisterna, con ayuda de un instrumento para alcanzar el guarda nivel y cortar cables del mismo.
- K. Empalmar cables del nuevo guarda-nivel con el cableado de la bomba de agua.
- L. Cubrir con cinta de vulcanizar y aislar los empalmes realizados.
- M. Encender equipo de bombeo.

2) REVISIÓN

El documento presentado deberá ser revisado una vez al año a partir de su fecha de aprobación o cuando (los) responsable(s) de su administración o ejecución así lo soliciten.

3) BIBLIOGRAFIA

No aplica.

4) DISTRIBUCIÓN

El acceso electrónico está disponible para:

- Gerente general.
- Asistente de gerencia.
- Vendedores.

Colaboradores que poseen copia impresa y controlada:

- Técnicos.

5) CAMBIOS/MEJORAS EDICIÓN ANTERIOR

No aplica por ser primera edición.

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Tablas Westinghouse

Habilidad			Esfuerzo		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente

Condiciones			Consistencia		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buena	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptable	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficiente	-0.04	F	Deficiente

Fuente: www.westinghouse-us.com. Consulta: 12 de agosto de 2012.

Anexo 2. Bombas para agua residenciales

Bomba Myers Jet Motor TCCV		
Serie	Descripción	
QD-50S	Bomba Jet TCCV Myers Potencia: 0,5 Hp Fases: 1 Amperaje: 8.4/4.2 amps. Voltaje: 115/230 volts. Caudal: 10 GPM	
QD-75S	Bomba Jet TCCV Myers Potencia: 0.75 Hp Fases: 1 Amperaje: 11,4/5,7 amps Voltaje: 115-230 volts. Caudal: 18 GPM	
QD-100S	Bomba Jet TCCV Myers Potencia: 1 Hp Fases: 1 Amperaje: 12,6/6,3 amps. Voltaje: 115-230 volts. Caudal: 23 GPM	
Bomba Myers Jet Motor APG		
Serie	Descripción	
HR50S-I	Bomba Jet APG Myers Potencia: 1/2 Hp Fases: 1 Amperaje: 9,9-5,0 amps Voltaje: 115-230 volts Caudal: 8 GPM	
HR75S-I	Bomba Jet APG Myers Potencia: 3/4 Hp Fases: 1 Amperaje: 12,4-6,2 amps Voltaje: 115-230 volts Caudal: 14 GPM	
HR100S-I	Bomba Jet APG Myers Potencia: 1 Hp Fases: 1 Amperaje: 14,8/7,4 amps Voltaje: 115-230 volts Caudal: 23 GPM	

Continuación del anexo 2.

<p>Bomba STA-RITE Jet Autocebante Fo. Fo.</p>	
<p>Serie</p>	<p>Descripción</p>
<p>SNC</p>	<p>Bomba Jet Autocebante Fo. Fo. STA-RITE Potencia: 1/2 Hp Fases: 1 Amperaje: 8.8/4.4 amperios Voltaje: 115/230 volts Caudal: 8 GPM</p>
<p>SND</p>	<p>Bomba Jet Autocebante Fo. Fo. STA-RITE Potencia: 3/4 Hp Fases: 1 Amperaje: 12,2/6,1 amperios Voltaje: 115/230 volts Caudal: 14 GPM</p>
<p>SNE</p>	<p>Bomba Jet Autocebante Fo. Fo. STA-RITE Potencia: 1 Hp Fases: 1 Amperaje: 14,8/7,4 amperios Voltaje: 115/230 volts Caudal: 22 GPM</p>

Fuente: Hidrocasas. *Catálogo de productos 2012*. p. 12.

Anexo 3. Tanques hidroneumáticos

Tanques Metálicos Presurizados STA-RITE	
Serie	Descripción
PS6H-S05	Presurizado Prosource Metálico Horizontal Capacidad: 6 galones Presión: 20-60 psi
PS19T-T02	Presurizado Prosource Metálico Capacidad: 19 galones Presión: 20-60 psi
PS32-T03	Presurizado Prosource Metálico Capacidad: 32 galones Presión: 20-60 psi
PS50-T50	Presurizado Prosource Metálico Capacidad: 50 galones Presión: 20-60 psi
PS85-T52	Presurizado Prosource Metálico Capacidad: 85 galones Presión: 20-60 psi
PS119-TR50	Presurizado Prosource Metálico Capacidad: 119 galones Presión: 20-60 psi
Tanques Metálicos Presurizados Fibra de Wellmate	
Serie	Descripción
WM-6	Presurizado Wellmate Fibra de Vidrio Capacidad: 20 galones Presión: 20-60 psi
WM-9	Presurizado Wellmate Fibra de Vidrio Capacidad: 30 galones Presión: 20-60 psi
WM-14WB	Presurizado Wellmate Fibra de Vidrio Capacidad: 47 galones Presión: 20-60 psi
WM-25WB	Presurizado Wellmate Fibra de Vidrio Capacidad: 87 galones Presión: 20-60 psi
WM-35WB	Presurizado Wellmate Fibra de Vidrio Capacidad: 120 galones Presión: 20-60 psi

Anexo 4. **Bomba para piscina**

Bomba DYNAMO	
Serie	Descripción
DYNII-NI-3/4 HP	Potencia: 3/4 HP Caudal: 60 GPM Voltaje: 115 volts
DYNII-NI-1 HP	Potencia: 1 HP Caudal: 80 GPM Voltaje: 115 volts
DYNII-NI-1-1/2 HP	Potencia: 1 1/2 HP Caudal: 90 GPM Voltaje: 115 volts

Fuente: Hidrocasa. *Catálogo de productos 2012*. p. 12.

Anexo 5. Bomba para jacuzzi

Bomba SUPERMAX	
Serie	Descripción
PHK2E6D	Bomba Supermax Potencia: 3/4 hp Caudal: 40 GPM
PHK2E6E	Bomba Supermax Potencia: 1 hp Caudal: 50 GPM
PHK2E6F	Bomba Supermax Potencia: 1 1/2 hp Caudal: 70 GPM
PHK2E6F	Bomba Supermax Potencia: 2 hp Caudal: 80 GPM

Fuente: Hidrocasa. *Catálogo de productos 2012*. p. 16.

Anexo 6. Bomba para fuente

Bomba para fuentes LITTLE GIANT	
Serie	Descripción
1-AA 	Potencia: 1/150 HP Capacidad: 205 GPH Voltaje: 127 volts
2E38N 	Potencia: 1/40 HP Capacidad: 300 GPH Voltaje: 127 volts
5-MSP 	Potencia: 1/6 HP Capacidad: 1200 GPH Voltaje: 127 volts.

Fuente: Hidrocasa. *Catálogo de productos 2012*. p. 18.

Anexo 7. Bomba sumergible

Bomba para pozo APEC 4"	
Serie	Descripción
10-27	Apec de acero inoxidable Potencia: 2 hp Descarga: 1-1/4" Caudal: 15 GPM
18-17	Apec de acero inoxidable Potencia: 2 hp Caudal: 22 GPM
25-11	Apec de acero inoxidable Potencia: 2 hp Caudal: 29 GPM
30-07	Apec de acero inoxidable Potencia: 2 hp Caudal: 30 GPM
40-07	Apec de acero inoxidable Potencia: 2 hp Caudal: 40 GPM

Fuente: Hidrocasa. *Catálogo de productos 2012*. p. 22.

Anexo 8. **Motor sumergible**

<p>Motor sumergible FRANKLIN 4"</p>	
<p>Serie</p>	<p>Descripción</p>
<p>224351</p>	<p>Franklin de acero inoxidable Potencia: 2 hp Fases: 1 Voltaje: 220 volts Amperaje: 12.1 amperios Hilos: 3 hilos</p>
<p>224381</p>	<p>Franklin de acero inoxidable Potencia: 2 hp Fases: 1 Voltaje: 240 volts Amperaje: 10.7 amperios Hilos: 3 hilos</p>
<p>224355</p>	<p>Franklin de acero inoxidable Potencia: 2 hp Fases: 3 Voltaje: 240 volts Amperaje: 6.9 amperios</p>
<p>234325</p>	<p>Franklin de acero inoxidable Potencia: 2 hp Fases: 3 Voltaje: 240 volts Amperaje: 4.0 amperios</p>

Fuente: Hidrocasa. *Catálogo de productos 2012*. p. 30.